

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-326503

(43)Date of publication of application : 28.11.2000

(51)Int.Cl.

B41J 2/045

B41J 2/055

(21)Application number : 11-134898

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 14.05.1999

(72)Inventor : SHIMADA KATSUTO  
FURUHATA YUTAKA  
SAKAI MARI  
MIYATA YOSHINAO  
MORIYA SOICHI

(30)Priority

Priority number : 10159327

Priority date : 08.06.1998

Priority country : JP

10211562

27.07.1998

10214193

29.07.1998

JP

10239237

25.08.1998

10313659

04.11.1998

JP

11073025

18.03.1999

JP

JP

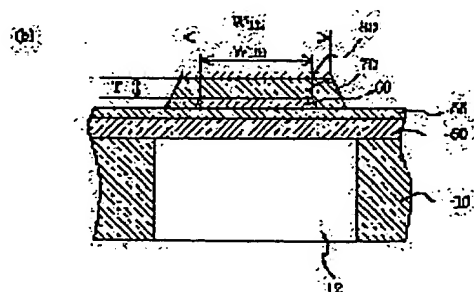
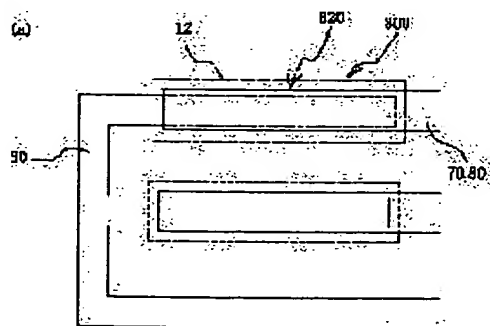
JP

## (54) INK JET RECORDING HEAD AND INK JET RECORDER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent dielectric breakdown of a piezoelectric layer and to reduce initial flexure of a diaphragm.

SOLUTION: The ink jet recording head comprises a pressure generating chamber 12 communicating with a nozzle opening, and a piezoelectric element 300 comprising a lower electrode 60 provided in a region corresponding to the pressure generating chamber 12 through an insulation layer 55, a piezoelectric layer 70 provided on the lower electrode 60 and an upper electrode 80 provided on the piezoelectric layer 70. Since at least the opposite end parts in the widthwise direction of the lower electrode 60 facing the pressure generating chamber 12 are located in a region facing the pressure generating chamber 12 and the piezoelectric layer 70 covers side face at the opposite end parts in the widthwise direction of the lower electrode 60, dielectric breakdown strength of the piezoelectric layer is enhanced while reducing initial flexure of a diaphragm.



---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]	14.05.1999
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	3102481
[Date of registration]	25.08.2000
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of extinction of right]	

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(11)特許出願公開番号  
特開2000-326503  
(P2000-326503A)

(43)公開日 平成12年11月28日(2000.11.28)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

FI

テ-マ-コ-ト (参考).

B 4 1 J 2/045  
2/055

**B 4 1 J 3/04**

103A 2C057

審査請求 有 請求項の数55 O L (全 40 頁)

(21) 出願番号	特願平11-134898
(22) 出願日	平成11年5月14日(1999.5.14)
(31) 優先権主張番号	特願平10-159327
(32) 優先日	平成10年6月8日(1998.6.8)
(33) 優先権主張国	日本(JP)
(31) 優先権主張番号	特願平10-211562
(32) 優先日	平成10年7月27日(1998.7.27)
(33) 優先権主張国	日本(JP)
(31) 優先権主張番号	特願平10-214193
(32) 優先日	平成10年7月29日(1998.7.29)
(33) 優先権主張国	日本(JP)

(71)出願人 000002369  
セイコーエプソン株式会社  
東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号

(72)発明者 島田 勝人  
長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

(72)発明者 古畑 豊  
長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

(74)代理人 100101236  
弁理士 栗原 浩之

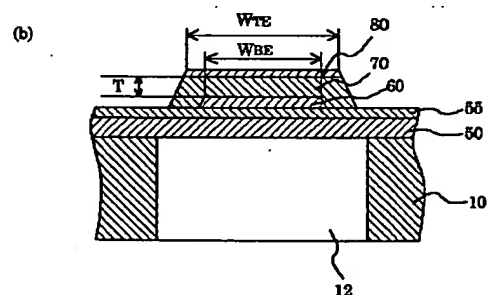
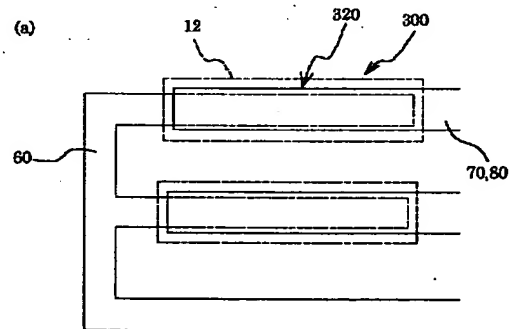
[最終頁に続く](#)

(54) 【発明の名称】 インクジェット式記録ヘッド及びインクジェット式記録装置

(57) 【要約】

【課題】 圧電体層の絶縁破壊を防止すると共に、振動板の初期撓み量を低減したインクジェット式記録ヘッド及びインクジェット式記録装置を提供する。

【解決手段】 ノズル開口に連通する圧力発生室１２と、この圧力発生室１２に対応する領域に絶縁層５５を介して設けられた下電極６０、該下電極６０上に設けられた圧電体層７０及び該圧電体層７０上に設けられた上電極８０からなる圧電素子３００とを備えるインクジェット式記録ヘッドにおいて、前記圧力発生室１２に対向する前記下電極６０の少なくとも幅方向両端部が当該圧力発生室１２に対向する領域内に位置し且つ前記圧電体層７０が前記下電極６０の幅方向両端の側面を覆っていることにより、圧電体層の絶縁耐圧が向上すると共に振動板の初期撓み量が低減する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ノズル開口に連通する圧力発生室と、この圧力発生室に対応する領域に絶縁層を介して設けられた下電極、該下電極上に設けられた圧電体層及び該圧電体層上に設けられた上電極からなる圧電素子とを備えるインクジェット式記録ヘッドにおいて、

前記圧力発生室に対向する前記下電極の少なくとも幅方向両端部が当該圧力発生室に対向する領域内に位置し且つ前記圧電体層が前記下電極の幅方向両端の側面を覆っていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項2】 請求項1において、前記圧電体層は、結晶が優先配向していることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項3】 請求項2において、前記圧電体層は、結晶が柱状となっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項4】 請求項1～3の何れかにおいて、前記絶縁層は、前記下電極が形成されている下側の領域が他の領域よりも厚いことを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項5】 請求項1～4の何れかにおいて、前記絶縁層の厚さ方向最上部は前記圧電体層と密着性の良好な材料からなる密着性絶縁層からなり、当該密着性絶縁層と前記下電極の幅方向両端の側面を覆う前記圧電体層とが密着していることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項6】 請求項5において、前記密着性絶縁層の材料は、前記圧電体層の構成元素から選択される少なくとも一種の元素の酸化物又は窒化物であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項7】 請求項6において、前記密着性絶縁層が酸化ジルコニウムからなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項8】 請求項5～7の何れかにおいて、前記絶縁層が前記密着性絶縁層からなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項9】 請求項8において、前記絶縁層がシリコン単結晶基板上に直接形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項10】 請求項8において、前記絶縁層が前記シリコン単結晶基板上に形成された二酸化シリコン膜上に形成され且つ当該二酸化シリコン膜の前記圧力発生室に対応する部分が除去されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項11】 請求項5～10の何れかにおいて、前記圧電体層がPZTからなり、前記密着性絶縁層が酸化ジルコニウムからなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項12】 請求項1～11の何れかにおいて、前記圧電体層の幅方向両端が前記圧力発生室に対向する領域内に位置することを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

域内に位置することを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項13】 請求項1～11の何れかにおいて、前記圧電体層が前記圧力発生室の幅方向両側の周壁に対向する領域まで延設されており、当該圧電体層の前記下電極上の膜厚が他の領域よりも厚いことを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項14】 請求項1～11の何れかにおいて、前記上電極の幅 $W_{TE}$ は、前記下電極の幅 $W_{BE}$ 及び前記圧電体層の厚み $T$ との関係が、

$$(W_{BE} - 5T) < W_{TE} < (W_{BE} + 5T)$$

であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項15】 請求項1～14の何れかにおいて、前記圧力発生室の長手方向一端部に前記下電極の端部があり、且つ前記圧電体層及び前記上電極はその外側まで延設され、当該下電極の端部が前記圧電素子の実質的な駆動部となる圧電体駆動部の一端部となっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項16】 請求項15において、前記圧電体駆動部の端部が前記圧力発生室の周壁より内側に位置することを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項17】 請求項1～14の何れかにおいて、前記圧力発生室の長手方向一端部に前記下電極の端部があり、且つ当該下電極の端部よりも内側に前記上電極の端部があり、前記圧電体層がその外側まで延設され、当該上電極の端部が前記圧電体層の実質的な駆動部となる圧電体駆動部の一端部となっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項18】 請求項15～17の何れかにおいて、前記圧力発生室の端部と周壁との境界部分に対向する領域には、前記下電極とは不連続の不連続下電極膜が設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項19】 請求項18において、前記不連続下電極とは不連続に設けられ且つ一端が外部配線に接続される配線用下電極が前記各圧電素子毎に設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項20】 請求項15～18の何れかにおいて、前記下電極は、前記圧電体駆動部の他端部から前記圧力発生室の周壁上まで延設されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項21】 請求項20において、前記下電極は、前記圧力発生室の一端部近傍に対向する領域に少なくとも前記圧力発生室より幅の広い幅広部を有し、当該幅広部が前記圧力発生室の長手方向端部から周壁上まで延設されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項22】 請求項1～21の何れかにおいて、前記上電極若しくはその上に接続されたリード電極及び前記圧電体層が、前記圧力発生室に対向する領域の長手方

向からその外側へ延設されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項23】 請求項22において、前記下電極の周壁上までの延設方向と前記上電極若しくはその上に接続されたリード電極及び前記圧電体層の周壁上までの延設方向とが異なることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項24】 請求項22において、前記下電極の周壁上までの延設方向と前記上電極若しくはその上に接続されたリード電極及び前記圧電体層の周壁上までの延設方向とが同方向であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項25】 請求項23又は24において、前記下電極又は前記上電極の何れか一方が共通電極となっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項26】 請求項1～20の何れかにおいて、前記下電極は、前記圧力発生室に対向する領域の長手方向の少なくとも一端部近傍から幅方向外側へ延設されて共通電極となっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項27】 請求項1～26の何れかにおいて、前記圧電体層及び前記上電極が一括でパターンニングされていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項28】 請求項1～21の何れかにおいて、前記圧電体層の長手方向両端部は、前記圧力発生室に対向する領域内にパターンニングされ、前記上電極は前記圧力発生室の幅方向に横断して連続的に形成されて共通電極となっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項29】 請求項1～27の何れかにおいて、前記圧力発生室の幅方向両側の隔壁上には前記下電極と同一の層によって構成される残留部が設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項30】 請求項29において、前記圧電体能動部の一端部の外側には、前記下電極とは不連続の不連続下電極が設けられ、前記残留部が当該不連続下電極から連続的に延設されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項31】 請求項29において、前記残留部が前記圧電素子を構成する前記下電極と連続的に設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項32】 請求項29～31の何れかにおいて、前記下電極の幅方向端面と前記残留部の幅方向端面との間隔が、前記圧電体層の厚さよりも広く且つ前記下電極の幅よりも狭いことを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項33】 請求項29～32の何れかにおいて、前記下電極が周壁上まで延設される前記圧力発生室の端部近傍に前記圧電体層の長手方向端部が存在し、当該端部から外側へ延設された前記下電極が幅広となるまでの

距離が、前記圧電体層の厚さよりも広く且つ前記下電極の幅よりも狭いことを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項34】 請求項29～33の何れかにおいて、前記残留部の幅が、隣接する圧力発生室間の隔壁の幅の50%以上であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項35】 請求項29～34の何れかにおいて、前記下電極及び前記残留部が、並設された複数の前記圧力発生室及びその幅方向両側の隔壁に対応する領域の50%以上の幅の領域に形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項36】 請求項29～33の何れかにおいて、前記下電極及び前記残留部が、前記流路形成基板の全面積の50%以上の領域に形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項37】 請求項1～36の何れかにおいて、前記圧電体層の結晶組織が前記下電極上と前記絶縁層上とで略同一であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項38】 請求項37において、前記絶縁層の表面に前記圧電体層の結晶の核となる結晶種が形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項39】 請求項38において、前記結晶種が島状に形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項40】 請求項18～39の何れかにおいて、前記下電極の端部の外側には、第2の絶縁層が設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項41】 請求項40において、前記第2の絶縁層が前記下電極と略同一の膜厚を有することを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項42】 請求項40又は41において、前記第2の絶縁層が前記絶縁層とは異なる絶縁材料からなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項43】 請求項18～39の何れかにおいて、前記下電極の端部の外側の前記絶縁層に厚膜部が設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項44】 請求項43において、前記厚膜部が前記下電極と略同一の膜厚であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項45】 請求項18～39の何れかにおいて、前記下電極の端部には前記圧電体能動部の外側に向かって前記下電極の膜厚が漸小する膜厚漸小部が設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項46】 請求項45において、前記膜厚漸小部は、前記下電極の膜厚が連続的に漸小する傾斜面となっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項47】 請求項45において、前記膜厚漸小部

は、前記下電極の膜厚が階段状に漸小していることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項48】 請求項45において、前記膜厚漸小部は、前記下電極の膜厚が連続的に漸小する傾斜曲面となっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項49】 請求項45～48の何れかにおいて、前記膜厚漸小部に形成される前記圧電体層の膜厚が、他の部分の膜厚よりも厚いことを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項50】 請求項18～49の何れかにおいて、前記圧電体能動部の他端部が前記一端部と同様の構造を有することを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項51】 請求項18～49の何れかにおいて、前記圧電体能動部の他端部は、前記圧電体層及び前記上電極の端部により形成され、この圧電体能動部の端部は、前記圧電体層とは不連続の不連続圧電体層によって覆われていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項52】 請求項18～49の何れかにおいて、前記圧電体能動部の他端部は、前記圧電体層及び前記上電極の端部により形成され、この圧電体能動部の端部は、接着剤によって固定されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項53】 請求項1～52の何れかにおいて、前記圧力発生室がシリコン単結晶基板に異方性エッチングにより形成され、前記下電極、圧電体層、上電極の各層が成膜及びリソグラフィ法により形成されたものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項54】 請求項1～53の何れかのインクジェット式記録ヘッドを具備することを特徴とするインクジェット式記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、インク滴を吐出するノズル開口と連通する圧力発生室の一部に振動板を介して圧電素子を形成して、圧電素子の変位によりインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッド及びインクジェット式記録装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 インク滴を吐出するノズル開口と連通する圧力発生室の一部を振動板で構成し、この振動板を圧電素子により変形させて圧力発生室のインクを加圧してノズル開口からインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドには、圧電素子が軸方向に伸長、収縮する縦振動モードの圧電アクチュエータを使用したものと、たわみ振動モードの圧電アクチュエータを使用したものの2種類が実用化されている。

【0003】 前者は圧電素子の端面を振動板に当接させることにより圧力発生室の容積を変化させることができ

て、高密度印刷に適したヘッドの製作が可能である反面、圧電素子をノズル開口の配列ピッチに一致させて櫛歯状に切り分けるという困難な工程や、切り分けられた圧電素子を圧力発生室に位置決めして固定する作業が必要となり、製造工程が複雑であるという問題がある。

【0004】 これに対して後者は、圧電材料のグリーンシートを圧力発生室の形状に合わせて貼付し、これを焼成するという比較的簡単な工程で振動板に圧電素子を作り付けることができるものの、たわみ振動を利用する関係上、ある程度の面積が必要となり、高密度配列が困難であるという問題がある。

【0005】 一方、後者の記録ヘッドの不都合を解消すべく、特開平5-286131号公報に見られるように、振動板の表面全体に互って成膜技術により均一な圧電材料層を形成し、この圧電材料層をリソグラフィ法により圧力発生室に対応する形状に切り分けて各圧力発生室毎に独立するように圧電素子を形成したものが提案されている。

【0006】 これによれば圧電素子を振動板に貼付ける作業が不要となって、リソグラフィ法という精密で、かつ簡便な手法で圧電素子を作り付けることができるばかりでなく、圧電素子の厚みを薄くできて高速駆動が可能になるという利点がある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上述した薄膜技術およびリソグラフィ法による製造方法では、薄膜のパターニング後に圧力発生室を形成するが、その際、上電極及び圧電体層の内部応力緩和の影響により、振動板が圧力発生室側に撓んでしまい、この撓みが弾性膜の初期変形として残留してしまうという問題がある。

【0008】 また、このように薄膜技術及びリソグラフィ法により製造した圧電素子で、下電極の腕部をパターニングして除去した構造では、圧電体層が薄いため、下電極の幅方向両端の側面で絶縁耐圧が低く、絶縁破壊が生じるという問題がある。

【0009】 本発明はこのような事情に鑑み、圧電体層の絶縁破壊を防止すると共に、振動板の初期撓み量を低減したインクジェット式記録ヘッド及びインクジェット式記録装置を提供することを課題とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決する本発明の第1の態様は、ノズル開口に連通する圧力発生室と、この圧力発生室に対応する領域に絶縁層を介して設けられた下電極、該下電極上に設けられた圧電体層及び該圧電体層上に設けられた上電極からなる圧電素子とを備えるインクジェット式記録ヘッドにおいて、前記圧力発生室に対向する前記下電極の少なくとも幅方向両端部が当該圧力発生室に対向する領域内に位置し且つ前記圧電体層が前記下電極の幅方向両端の側面を覆っていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0011】かかる第1の態様では、圧力発生室内にパターンニングした下電極の幅方向両端の側面が圧電体層で覆われているので、沿面での絶縁耐圧が向上し、且つ絶縁層と圧電体層とが密着されているため、振動板の初期撓み量が低減される。

【0012】本発明の第2の態様は、第1の態様において、前記圧電体層は、結晶が優先配向していることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0013】かかる第2の態様では、圧電体層が薄膜工程で成膜された結果、結晶が優先配向している。

【0014】本発明の第3の態様は、第2の態様において、前記圧電体層は、結晶が柱状となっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0015】かかる第3の態様では、圧電体層が薄膜工程で成膜された結果、結晶が柱状となっている。

【0016】本発明の第4の態様は、第1～3の何れかの態様において、前記絶縁層は、前記下電極が形成されている下側の領域が他の領域よりも厚いことを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0017】かかる第4の態様では、圧電体層が圧電素子の駆動による曲げの中立軸から離れた位置にあるので、変位効率が向上する。

【0018】本発明の第5の態様は、第1～4の何れかの態様において、前記絶縁層の厚さ方向最上部は前記圧電体層と密着性の良好な材料からなる密着性絶縁層からなり、当該密着性絶縁層と前記下電極の幅方向両端の側面を覆う前記圧電体層とが密着していることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0019】かかる第5の態様では、圧力発生室に対向する領域の下電極が圧電体層で完全に覆われ、沿面での絶縁耐圧がさらに向上する。

【0020】本発明の第6の態様は、第5の態様において、前記密着性絶縁層の材料は、前記圧電体層の構成元素から選択される少なくとも一種の元素の酸化物又は窒化物であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0021】かかる第6の態様では、絶縁層と圧電体層の密着性が向上する。

【0022】本発明の第7の態様は、第6の態様において、前記密着性絶縁層が酸化ジルコニウムからなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0023】かかる第7の態様では、絶縁層の剛性が向上し、耐久性が向上する。

【0024】本発明の第8の態様は、第5～7の何れかの態様において、前記絶縁層が前記密着性絶縁層からなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0025】かかる第8の態様では、絶縁層を容易に形成され、製造工程が簡素化される。

【0026】本発明の第9の態様は、第8の態様におい

て、前記絶縁層がシリコン単結晶基板上に直接形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0027】かかる第9の態様では、酸化ジルコニウム膜は単独でも、十分な耐久性を示す。

【0028】本発明の第10の態様は、第8の態様において、前記絶縁層が前記シリコン単結晶基板上に形成された二酸化シリコン膜上に形成され且つ当該二酸化シリコン膜の前記圧力発生室に対応する部分が除去されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0029】かかる第10の態様では、アクチュエータの変位効率を向上することができる。

【0030】本発明の第11の態様は、第5～10の何れかの態様において、前記圧電体層がPZTからなり、前記密着性絶縁層が酸化ジルコニウムからなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0031】かかる第11の態様では、圧電体層と絶縁層との密着性が向上される。

【0032】本発明の第12の態様は、第1～11の何れかの態様において、前記圧電体層の幅方向両端が前記圧力発生室に対向する領域内に位置することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0033】かかる第12の態様では、圧力発生室の幅方向両側に対応する領域の膜厚が薄くなるため、振動板の変位量が向上する。

【0034】本発明の第13の態様は、第1～11の何れかの態様において、前記圧電体層が前記圧力発生室の幅方向両側の周壁に対向する領域まで延設されており、当該圧電体層の前記下電極上の膜厚が他の領域よりも厚いことを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0035】かかる第13の態様では、下電極が圧電体層で確実に覆われているので、沿面での絶縁耐圧が向上し且つ強度も向上する。また、腕部に圧電体層の端部が存在しないため、初期不良が回避されると共に耐久性が向上する。

【0036】本発明の第14の態様は、第1～11の何れかの態様において、前記上電極の幅 $W_{TE}$ は、前記下電極の幅 $W_{BE}$ 及び前記圧電体層の厚み $T$ との関係が、 $(W_{BE}-5T) < W_{TE} < (W_{BE}+5T)$ であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0037】かかる第14の態様では、上電極及び下電極に挟まれる圧電体層が有効に駆動される。

【0038】本発明の第15の態様は、第1～14の何れかの態様において、前記圧力発生室の長手方向一端部に前記下電極の端部があり、且つ前記圧電体層及び前記上電極はその外側まで延設され、当該下電極の端部が前記圧電素子の実質的な駆動部となる圧電体駆動部の一端

部となっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0039】かかる第15の態様では、圧電体電動部の駆動を妨げることがなく、圧電体層の絶縁破壊が防止される。

【0040】本発明の第16の態様は、第15の態様において、前記圧電体電動部の端部が前記圧力発生室の周壁より内側に位置することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0041】かかる第16の態様では、圧電体電動部の駆動を妨げることがなく、圧電体層の絶縁破壊が防止される。

【0042】本発明の第17の態様は、第1～14の何れかの態様において、前記圧力発生室の長手方向一端部に前記下電極の端部があり、且つ当該下電極の端部よりも内側に前記上電極の端部があり、前記圧電体層がその外側まで延設され、当該上電極の端部が前記圧電体層の実質的な駆動部となる圧電体電動部の一端部となっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0043】かかる第17の態様では、圧電体電動部の端部と下電極の端部との距離を離すことができ、圧電体電動部の長手方向端部での電界集中による絶縁破壊が防止される。

【0044】本発明の第18の態様は、第15～17の何れかの態様において、前記圧力発生室の端部と周壁との境界部分に対向する領域には、前記下電極とは不連続の不連続下電極膜が設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0045】かかる第18の態様では、圧電体層及び上電極が圧力発生室外の領域に引き出される部分の振動板の剛性が高く保持され、この部分での振動板及び圧電体層の破壊が防止される。

【0046】本発明の第19の態様は、第18の態様において、前記不連続下電極とは不連続に設けられ且つ一端が外部配線に接続される配線用下電極が前記各圧電素子毎に設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0047】かかる第19の態様では、圧電体電動部から配線を容易且つ効率よく引き出すことができる。

【0048】本発明の第20の態様は、第15～18の何れかの態様において、前記下電極は、前記圧電体電動部の他端部から前記圧力発生室の周壁上まで延設されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0049】かかる第20の態様では、各圧電素子の配線を容易に行うことができる。

【0050】本発明の第21の態様は、第20の態様において、前記下電極は、前記圧力発生室の一端部近傍に対向する領域に少なくとも前記圧力発生室より幅の広い

幅広部を有し、当該幅広部が前記圧力発生室の長手方向端部から周壁上まで延設されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0051】かかる第21の態様では、圧力発生室の端部近傍の振動板の剛性が増加され、耐久性が向上する。

【0052】本発明の第22の態様は、第1～21の何れかの態様において、前記上電極若しくはその上に接続されたリード電極及び前記圧電体層が、前記圧力発生室に対向する領域の長手方向からその外側へ延設されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0053】かかる第22の態様では、圧力発生室の周壁に対向する領域に、上電極と外部配線との接続部を容易に形成できる。

【0054】本発明の第23の態様は、第22の態様において、前記下電極の周壁上までの延設方向と前記上電極若しくはその上に接続されたリード電極及び前記圧電体層の周壁上までの延設方向とが異なることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0055】かかる第23の態様では、電圧印加により駆動する圧電体電動部が、圧力発生室に対向する領域内に存在し、また、層間絶縁膜及びコンタクトホールを必要とすることなく、配線を容易に引き出すことができる。

【0056】本発明の第24の態様は、第22の態様において、前記下電極の周壁上までの延設方向と前記上電極若しくはその上に接続されたリード電極及び前記圧電体層の周壁上までの延設方向とが同方向であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0057】かかる第24の態様では、層間絶縁膜及びコンタクトホールを必要とすることなく、配線を容易に引き出すことができる。

【0058】本発明の第25の態様は、第23又は24の態様において、前記下電極又は前記上電極の何れか一方が共通電極となっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0059】かかる第25の態様では、各圧電素子の配線を容易に行うことができる。

【0060】本発明の第26の態様は、第1～20の何れかの態様において、前記下電極は、前記圧力発生室に対向する領域の長手方向の少なくとも一端部近傍から幅方向外側へ延設されて共通電極となっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0061】かかる第26の態様では、層間絶縁膜及びコンタクトホールを必要とすることなく、配線を容易に引き出すことができる。

【0062】本発明の第27の態様は、第1～26の何れかの態様において、前記圧電体層及び前記上電極が一括でパターンニングされていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。



【0063】かかる第27の態様では、比較的容易に圧電素子を形成することができ、製造工程が簡略化される。

【0064】本発明の第28の態様は、第1～21の何れかの態様において、前記圧電体層の長手方向両端部は、前記圧力発生室に対向する領域内にパターンニングされ、前記上電極は前記圧力発生室の幅方向に横断して連続的に形成されて共通電極となっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0065】かかる第28の態様では、層間絶縁膜及びコンタクトホールを必要とすることなく、配線を容易に引き出すことができる。

【0066】本発明の第29の態様は、第1～27の何れかの態様において、前記圧力発生室の幅方向両側の隔壁上には前記下電極と同一の層によって構成される残留部が設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0067】かかる第29の態様では、下電極を除去する面積が小さくなるため、圧電体層をパターンニングされた下電極上に略均一な膜厚で形成される。

【0068】本発明の第30の態様は、第29の態様において、前記圧電体層の一端部の外側には、前記下電極とは不連続の不連続下電極が設けられ、前記残留部が当該不連続下電極から連続的に延設されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0069】かかる第30の態様では、圧電素子を構成する下電極と残留部との間隔を狭くすることができ、圧電体層がより確実に均一な膜厚で形成される。

【0070】本発明の第31の態様は、第29の態様において、前記残留部が前記圧電素子を構成する前記下電極と連続的に設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0071】かかる第31の態様では、圧電素子を構成する下電極と残留部との間隔を比較的狭くすることができ、圧電体層が均一な膜厚で形成される。

【0072】本発明の第32の態様は、第29～31の何れかの態様において、前記下電極の幅方向端面と前記残留部の幅方向端面との間隔が、前記圧電体層の厚さよりも広く且つ前記下電極の幅よりも狭いことを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0073】かかる第32の態様では、圧電体層の幅方向の膜厚が略均一となり、圧電特性を低下させることがない。

【0074】本発明の第33の態様は、第29～32の何れかの態様において、前記下電極が周壁上まで延設される前記圧力発生室の端部近傍に前記圧電体層の長手方向端部が存在し、当該端部から外側に延設された前記下電極が幅広となるまでの距離が、前記圧電体層の厚さよりも広く且つ前記下電極の幅よりも狭いことを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0075】かかる第33の態様では、圧力発生室の長手方向端部近傍の圧電体層の膜厚が均一となり、圧電体層をパターンニングしてもその下側の下電極が薄くなることがない。

【0076】本発明の第34の態様は、第29～33の何れかの態様において、前記残留部の幅が、隣接する圧力発生室間の隔壁の幅の50%以上であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0077】かかる第34の態様では、残留部を所定幅で形成することにより、圧電体層の膜厚が、より確実に均一な膜厚で形成される。

【0078】本発明の第35の態様は、第29～34の何れかの態様において、前記下電極及び前記残留部が、並設された複数の前記圧力発生室及びその幅方向両側の隔壁に対応する領域の50%以上の幅の領域に形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0079】かかる第35の態様では、下電極及び残留部を所定の大きさとするることにより、圧電体層の膜厚が確実に均一となる。

【0080】本発明の第36の態様は、第29～33の何れかの態様において、前記下電極及び前記残留部が、前記流路形成基板の全面積の50%以上の領域に形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0081】かかる第36の態様では、下電極及び残留部を所定の大きさとするることにより、圧電体層の膜厚が確実に均一となる。

【0082】本発明の第37の態様は、第1～36の何れかの態様において、前記圧電体層の結晶組織が前記下電極上と前記絶縁層上とで略同一であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0083】かかる第37の態様では、絶縁層上に形成される圧電体層の結晶状態が下電極上に形成される圧電体層と同一の結晶状態となるため、クラックが発生せず、パターン境界で異常な応力も発生しない。

【0084】本発明の第38の態様は、第37の態様において、前記絶縁層の表面に前記圧電体層の結晶の核となる結晶種が形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0085】かかる第38の態様では、結晶種により圧電体層の結晶構造が一方に配向して略一様に形成され、クラック等の発生が防止される。

【0086】本発明の第39の態様は、第38の態様において、前記結晶種が島状に形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0087】かかる第39の態様では、島状の結晶種から圧電体層の結晶が成長する。

【0088】本発明の第40の態様は、第18～39の何れかの態様において、前記下電極の端部の外側には、

第2の絶縁層が設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0089】かかる第40の態様では、下電極の端部近傍の圧電体層の膜厚が薄くなることなく、圧電体層の電界集中による絶縁破壊が防止される。

【0090】本発明の第41の態様は、第40の態様において、前記第2の絶縁層が前記下電極と略同一の膜厚を有することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0091】かかる第41の態様では、下電極と第2の絶縁層との段差が小さく、これらの上に膜厚が略均一の圧電体層を形成することができる。

【0092】本発明の第42の態様は、第40又は41の態様において、前記第2の絶縁層が前記絶縁層とは異なる絶縁材料からなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0093】かかる第42の態様では、第2の絶縁層は、絶縁材料の種類を問わず、機能を発揮する。

【0094】本発明の第43の態様は、第18～39の何れかの態様において、前記下電極の端部の外側の前記絶縁層に厚膜部が設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0095】かかる第43の態様では、下電極の端部近傍の圧電体層の膜厚が薄くなることのないため、圧電体層の電界集中による絶縁破壊を防止できる。

【0096】本発明の第44の態様は、第43の態様において、前記厚膜部が前記下電極と略同一の膜厚であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0097】かかる第44の態様では、下電極と厚膜部との段差が小さく、これらの上に膜厚が略均一の圧電体層を形成することができる。

【0098】本発明の第45の態様は、第18～39の何れかの態様において、前記下電極の端部には前記圧電体能動部の外側に向かって前記下電極の膜厚が漸小する膜厚漸小部が設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0099】かかる第45の態様では、下電極の端部に膜厚漸小部が設けられているため、下電極の端部近傍に形成される圧電体層の膜厚が薄くなることなく、圧電体能動部の端部近傍での絶縁破壊が防止される。

【0100】本発明の第46の態様は、第45の態様において、前記膜厚漸小部は、前記下電極の膜厚が連続的に漸小する傾斜面となっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0101】かかる第46の態様では、圧電体層が膜厚漸小部の傾斜面に沿って形成されて、圧電体能動部の端部の圧電体層の膜厚が薄くなることのない。

【0102】本発明の第47の態様は、第45の態様において、前記膜厚漸小部は、前記下電極の膜厚が階段状に漸小していることを特徴とするインクジェット式記録

ヘッドにある。

【0103】かかる第47の態様では、圧電体層が膜厚漸小部の形状に沿って形成されて、他の部分と略同一の膜厚となる。

【0104】本発明の第48の態様は、第45の態様において、前記膜厚漸小部は、前記下電極の膜厚が連続的に漸小する傾斜曲面となっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0105】かかる第48の態様では、圧電体層が膜厚漸小部の形状に沿って形成されて、他の部分と略同一の膜厚となる。

【0106】本発明の第49の態様は、第45～48の何れかの態様において、前記膜厚漸小部上に形成される前記圧電体層の膜厚が、他の部分の膜厚よりも厚いことを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0107】かかる第49の態様では、圧電体能動部の端部近傍での圧電体層の電界集中がなく、絶縁破壊が防止される。

【0108】本発明の第50の態様は、第18～49の何れかの態様において、前記圧電体能動部の他端部も前記一端部と同様の構造を有することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0109】かかる第50の態様では、圧電体能動部の一端部と同様に、他端部も破壊が防止される。

【0110】本発明の第51の態様は、第18～49の何れかの態様において、前記圧電体能動部の他端部は、前記圧電体層及び前記上電極の端部により形成され、この圧電体能動部の端部は、前記圧電体層とは不連続の不連続圧電体層によって覆われていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0111】かかる第51の態様では、圧電体能動部の端部が不連続圧電体層によって保護され、圧電体層及び上電極の剥離等が防止される。

【0112】本発明の第52の態様は、第18～49の何れかの態様において、前記圧電体能動部の他端部は、前記圧電体層及び前記上電極の端部により形成され、この圧電体能動部の端部は、接着剤によって固定されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0113】かかる第52の態様では、圧電体能動部の端部が固定され、圧電体層及び上電極の剥離等が防止される。

【0114】本発明の第53の態様は、第1～52の何れかの態様において、前記圧力発生室がシリコン単結晶基板に異方性エッチングにより形成され、前記下電極、圧電体層、上電極の各層が成膜及びリソグラフィ法により形成されたものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0115】かかる第53の態様では、高密度のノズル開口を有するインクジェット式記録ヘッドを大量に且つ

比較的容易に製造することができる。

【0116】本発明の第54の態様は、第1～53の何れかの態様のインクジェット式記録ヘッドを具備することを特徴とするインクジェット式記録装置にある。

【0117】かかる第54の態様では、ヘッドの駆動効率が向上され、インク吐出を良好に行うことができるインクジェット式記録装置を実現することができる。

【0118】

【発明の実施の形態】以下に本発明を実施形態に基づいて詳細に説明する。

【0119】（実施形態1）図1は、本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドを示す分解斜視図であり、図2は、平面図及びその1つの圧力発生室の長手方向における断面構造を示す図である。

【0120】図示するように、流路形成基板10は、本実施形態では面方位（110）のシリコン単結晶基板からなる。流路形成基板10としては、通常、150～300 $\mu$ m程度の厚さのものが用いられ、望ましくは180～280 $\mu$ m程度、より望ましくは220 $\mu$ m程度の厚さのものが好適である。これは、隣接する圧力発生室間の隔壁の剛性を保ちつつ、配列密度を高くできるからである。

【0121】流路形成基板10の一方の面は開口面となり、他方の面には予め熱酸化により形成した二酸化シリコンからなる、厚さ0.1～2 $\mu$ mの弾性膜50が形成されている。

【0122】一方、流路形成基板10の開口面には、シリコン単結晶基板を異方性エッチングすることにより、ノズル開口11、圧力発生室12が形成されている。

【0123】ここで、異方性エッチングは、シリコン単結晶基板をKOH等のアルカリ溶液に浸漬すると、徐々に侵食されて（110）面に垂直な第1の（111）面と、この第1の（111）面と約70度の角度をなし且つ上記（110）面と約35度の角度をなす第2の（111）面とが出現し、（110）面のエッチングレートと比較して（111）面のエッチングレートが約1/180であるという性質を利用して行われるものである。かかる異方性エッチングにより、二つの第1の（111）面と斜めの二つの第2の（111）面とで形成される平行四辺形状の深さ加工を基本として精密加工を行うことができ、圧力発生室12を高密度に配列することができる。

【0124】本実施形態では、各圧力発生室12の長辺を第1の（111）面で、短辺を第2の（111）面で形成している。この圧力発生室12は、流路形成基板10をほぼ貫通して弾性膜50に達するまでエッチングすることにより形成されている。なお、弾性膜50は、シリコン単結晶基板をエッチングするアルカリ溶液に侵される量がきわめて小さい。

【0125】一方、各圧力発生室12の一端に連通する

各ノズル開口11は、圧力発生室12より幅狭で且つ浅く形成されている。すなわち、ノズル開口11は、シリコン単結晶基板を厚さ方向に途中までエッチング（ハーフエッチング）することにより形成されている。なお、ハーフエッチングは、エッチング時間の調整により行われる。

【0126】ここで、インク滴吐出圧力をインクに与える圧力発生室12の大きさと、インク滴を吐出するノズル開口11の大きさととは、吐出するインク滴の量、吐出スピード、吐出周波数に応じて最適化される。例えば、1インチ当たり360個のインク滴を記録する場合、ノズル開口11は数十 $\mu$ mの溝幅で精度よく形成する必要がある。

【0127】また、各圧力発生室12と後述する共通インク室31とは、後述する封止板20の各圧力発生室12の一端部に対応する位置にそれぞれ形成されたインク供給連通口21を介して連通されており、インクはこのインク供給連通口21を介して共通インク室31から供給され、各圧力発生室12に分配される。

【0128】封止板20は、前述の各圧力発生室12に対応したインク供給連通口21が穿設された、厚さが例えば、0.1～1mmで、線膨張係数が300℃以下で、例えば2.5～4.5 $\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ であるガラスセラミックスからなる。なお、インク供給連通口21は、図3（a）、（b）に示すように、各圧力発生室12のインク供給側端部の近傍を横断する一つのスリット孔21Aでも、あるいは複数のスリット孔21Bであってもよい。封止板20は、一方の面で流路形成基板10の一面を全面的に覆い、シリコン単結晶基板を衝撃や外力から保護する補強板の役目も果たす。また、封止板20は、他面で共通インク室31の一壁面を構成する。

【0129】共通インク室形成基板30は、共通インク室31の周壁を形成するものであり、ノズル開口数、インク滴吐出周波数に応じた適正な厚みのステンレス板を打ち抜いて作製されたものである。本実施形態では、共通インク室形成基板30の厚さは、0.2mmとしている。

【0130】インク室側板40は、ステンレス基板からなり、一方の面で共通インク室31の一壁面を構成するものである。また、インク室側板40には、他方の面の一部にハーフエッチングにより凹部40aを形成することにより薄肉壁41が形成され、さらに、外部からのインク供給を受けるインク導入口42が打抜き形成されている。なお、薄肉壁41は、インク滴吐出の際に発生するノズル開口11と反対側へ向かう圧力を吸収するためのもので、他の圧力発生室12に、共通インク室31を経由して不要な正又は負の圧力が加わるのを防止する。本実施形態では、インク導入口42と外部のインク供給手段との接続時等に必要な剛性を考慮して、インク室側板40を0.2mmとし、その一部を厚さ0.02mm

の薄肉壁41としているが、ハーフエッチングによる薄肉壁41の形成を省略するために、インク室側板40の厚さを初めから0.02mmとしてもよい。

【0131】一方、流路形成基板10の開口面とは反対側の弾性膜50の上には、厚さが例えば、0.1~2 $\mu$ mの絶縁膜55が形成され、さらに、この絶縁膜55上には、厚さが例えば、約0.2~0.5 $\mu$ mの下電極膜60と、厚さが例えば、約1 $\mu$ mの圧電体膜70と、厚さが例えば、約0.1 $\mu$ mの上電極膜80とが、後述するプロセスで積層形成されて、圧電素子300を構成している。ここで、圧電素子300は、下電極膜60、圧電体膜70、及び上電極膜80を含む部分をいう。一般的には、圧電素子300の何れか一方の電極を共通電極とし、他方の電極及び圧電体膜70を各圧力発生室12毎にパターンニングして構成する。そして、ここではパターンニングされた何れか一方の電極及び圧電体膜70から構成され、両電極への電圧の印加により圧電歪みが生じる部分を圧電体駆動部320という。本実施形態では、下電極膜60は圧電素子300の共通電極とし、上電極膜80を圧電素子300の個別電極としているが、駆動回路や配線の都合でこれを逆にしても支障はない。何れの場合においても、各圧力発生室毎に圧電体駆動部が形成されていることになる。また、ここでは、圧電素子300と当該圧電素子300の駆動により変位が生じる弾性膜とを合わせて圧電アクチュエータと称する。なお、本実施形態では、後述するように、下電極膜60がパターンニングされているため、弾性膜50及び絶縁膜55が振動板として作用する。

【0132】ここで、シリコン単結晶基板からなる流路形成基板10上に、圧電体膜70等を形成するプロセスを図4を参照しながら説明する。

【0133】図4(a)に示すように、まず、流路形成基板10となるシリコン単結晶基板のウェハを約1100℃の拡散炉で熱酸化して二酸化シリコンからなる弾性膜50を形成する。

【0134】次に、図4(b)に示すように、弾性膜50上に、絶縁膜55を形成する。この絶縁膜55は、圧電体膜70との密着性の良好な材料からなる密着性絶縁膜であることが好ましく、例えば、圧電体膜70の構成元素から選択される少なくとも一種の元素の酸化物又は窒化物で形成されることが好ましい。本実施形態では、弾性膜50上にジルコニウム層を形成後、例えば、500~1200℃の拡散炉で熱酸化して酸化ジルコニウムからなる絶縁膜55とした。

【0135】次に、図4(c)に示すように、スパッタリングで下電極膜60を形成し、圧力発生室12に対応する領域に、少なくとも幅方向両側の端部が圧力発生室12に対向する領域内に位置するようにパターンニングする。この下電極膜60の材料としては、白金等が好適である。これは、スパッタリング法やゾルーゲル法で成膜

する後述の圧電体膜70は、成膜後に大気雰囲気下又は酸素雰囲気下で600~1000℃程度の温度で焼成して結晶化させる必要があるからである。すなわち、下電極膜60の材料は、このような高温、酸化雰囲気下で導電性を保持できなければならず、殊に、圧電体膜70としてチタン酸ジルコン酸鉛(PZT)を用いた場合には、酸化鉛の拡散による導電性の変化が少ないことが望ましく、これらの理由から白金が好適である。

【0136】次に、図4(d)に示すように、圧電体膜70を成膜する。本実施形態では、金属有機物を触媒に溶解・分散したいわゆるゾルを塗布乾燥してゲル化し、さらに高温で焼成することで金属酸化物からなる圧電体膜70を得る、いわゆるゾルーゲル法を用いて形成した。圧電体膜70の材料としては、チタン酸ジルコン酸鉛(PZT)系の材料がインクジェット式記録ヘッドに使用する場合には好適である。なお、この圧電体膜70の成膜方法は、特に限定されず、例えば、スパッタリング法で形成してもよい。

【0137】さらに、ゾルーゲル法又はスパッタリング法等によりチタン酸ジルコン酸鉛の前駆体膜を形成後、アルカリ水溶液中での高圧処理法にて低温で結晶成長させる方法を用いてもよい。

【0138】何れにしても、このように成膜された圧電体膜70は、バルクの圧電体とは異なり結晶が優先配向しており、且つ本実施形態では、圧電体膜70は、結晶が柱状に形成されている。なお、優先配向とは、結晶の配向方向が無秩序ではなく、特定の結晶面がほぼ一定の方向に向いている状態をいう。また、結晶が柱状の薄膜とは、略円柱体の結晶が中心軸を厚さ方向に略一致させた状態で面方向に亘って集合して薄膜を形成している状態をいう。勿論、優先配向した粒状の結晶で形成された薄膜であってもよい。なお、このように薄膜工程で製造された圧電体膜の厚さは、一般的に0.5~5 $\mu$ mである。

【0139】次に、図4(e)に示すように、上電極膜80を成膜する。上電極膜80は、導電性の高い材料であればよく、アルミニウム、金、ニッケル、白金等の多くの金属や、導電性酸化物等を使用できる。本実施形態では、白金をスパッタリングにより成膜している。

【0140】その後、図5に示すように、圧電体膜70及び上電極膜80を一括してエッチングして全体パターン及び圧電体駆動部320のパターンニングを行う。本実施形態では、圧電体膜70が少なくとも下電極膜60の幅方向両端の側面を覆い且つ圧電体膜70の幅方向両端が圧力発生室12に対向する領域内に位置するようにパターンニングされる。

【0141】このように形成した本実施形態のインクジェット式記録ヘッドの要部を示す平面図及び断面図を図6に示す。

【0142】本実施形態のインクジェット式記録ヘッド

は、図6(a)に示すように、下電極膜60、圧電体膜70及び上電極膜80からなる圧電素子300が圧力発生室12に対応する領域に設けられ、圧力発生室12に対向する領域で且つ周壁に接触しない領域に、圧電体膜70及び上電極膜80からなる圧電体電動部320が形成されている。本実施形態では下電極膜60をパターンニングしてあるため、従来の圧電体膜形成時に下電極膜がパターンニングされていない構造に比べて、圧力発生室を形成した後の下電極膜の応力緩和量が少なく、初期撓み量を低減できる。

【0143】また、圧電体電動部320の一方の電極となる下電極膜60は、長手方向一端部から圧力発生室12の周壁上に延設され、各圧電素子300から延設された下電極膜60と周壁上で連結されて、各圧電素子300の共通電極となっており、図示しないが端部近傍で外部配線と接続されている。

【0144】また、他方側の電極となる上電極膜80は、圧電体膜70と共に各圧力発生室12の長手方向一端部、本実施形態では、下電極膜60の延設方向とは反対側の端部から周壁上に延設され、各圧電体電動部320毎に電圧が印加できるように、図示しないが上電極膜80の端部近傍に外部配線が接続されている。

【0145】このように本実施形態では、下電極膜60と上電極膜80とが、長手方向端部から反対方向に周壁上まで延設されているため、層間絶縁膜及びコンタクトホールを用いることなく配線を引き出すことができ、変位効率及び耐久性を向上することができる。

【0146】また、このような下電極膜60は、図6(b)に示すように、幅方向両端部が圧力発生室12に対向する領域内に位置するように形成され、下電極膜60の幅方向両端部が圧電体膜70により覆われている。また、この下電極膜60の幅方向両端部を覆う圧電体膜70と絶縁膜55との接触面は密着するように形成されている。

【0147】このように、駆動中に振動される下電極膜60の両側面は完全に圧電体膜70で覆われているので、絶縁耐圧が向上し、圧電体膜70の絶縁破壊を防止することができる。特に、本実施形態では、圧電体膜70が薄膜工程で製造されているため膜厚が薄く絶縁耐圧が低い、このような構成により絶縁耐圧が著しく向上し、圧電体膜70の絶縁破壊を確実に防止することができる。また、圧電体膜70と絶縁膜55とが完全に密着されているので、振動板の初期撓み量が低減される。

【0148】さらに、上電極膜80は、この圧電体膜70の上に、上電極膜80の幅 $W_{TE}$ と、下電極膜60の幅 $W_{BE}$ 及び圧電体膜70の厚み $T$ との関係が

$$(W_{BE} - 5T) < W_{TE} < (W_{BE} + 5T)$$

となるように形成されている。このような構成では、上電極膜80と下電極膜60との間に電圧を印加した際の電界が圧電体膜70に有効に作用し、圧電体電動部320

0を有効に駆動することができる。

【0149】なお、本実施形態では、圧電体膜70の幅方向両端部が圧力発生室12に対向する領域内に位置するようにしたが、これに限定されず、例えば、圧力発生室12の幅方向両側の隔壁上に位置するようにしてもよい。

【0150】また、本実施形態では、絶縁膜55を密着性絶縁膜のみの一層で構成するようにしたが、これに限定されず、例えば、二層以上の複数層で構成するようにしてもよいが、この場合には、最上層を密着性絶縁膜とすることが好ましい。また、勿論、密着性絶縁層を複数層で構成するようにしてもよいことは言うまでもない。

【0151】以上説明した一連の膜形成及び異方性エッチングによって、一枚のウェハ上に多数のチップを同時に形成し、プロセス終了後、図1に示すような一つのチップサイズの流路形成基板10毎に分割する。また、分割した流路形成基板10を、封止板20、共通インク室形成基板30、及びインク室側板40と順次接着して一体化し、インクジェット式記録ヘッドとする。

【0152】このように構成したインクジェットヘッドは、図示しない外部インク供給手段と接続したインク導入口42からインクを取り込み、共通インク室31からノズル開口11に至るまで内部をインクで満たした後、図示しない外部の駆動回路からの記録信号に従い、下電極膜60と上電極膜80との間に電圧を印加し、弾性膜50、絶縁膜55、下電極膜60及び圧電体膜70をたわみ変形させることにより、圧力発生室12内の圧力が高まりノズル開口11からインク滴が吐出する。

【0153】なお、本実施形態では、下電極膜60を圧力発生室12の長手方向端部から周壁上に延設するようにしたが、これに限定されず、例えば、図7に示すように、下電極膜60の圧力発生室12と周壁との境界部分に対応する領域に、圧力発生室12よりも幅の広い幅広部60aを設け、圧力発生室12と周壁との境界部に対応する領域を下電極膜60で覆うようにしてもよい。なお、本実施形態では、幅広部60aによって隣接する圧電素子300の下電極膜が連結された構造となっている。

【0154】また、本実施形態では、下電極膜60を共通電極として、上電極膜80及び下電極膜60を長手方向の逆の端部から延設するようにしたが、これに限定されない。

【0155】例えば、図8(a)に示すように、上電極膜80を共通電極として、上述の実施形態同様、上電極膜80と下電極膜60とをそれぞれを長手方向の反対側の端部から周壁上に延設するようにしてもよい。

【0156】また、例えば、図8(b)に示すように、共通電極となる、例えば、下電極膜60を圧力発生室12の長手方向端部から幅方向外側の周壁上に延設するようにしてもよい。このとき、下電極膜60が圧力発生室

12の端部を横切る位置は、圧力発生室12の長手方向端部から幅の寸法以内であることが好ましい。これは、圧電体能動部320の駆動による変形を妨げないためである。なお、このような構成の場合には、上電極膜80と下電極膜60との間に電圧を印加することにより、圧力発生室12に対向する領域の上電極膜80と下電極膜60とに挟まれた領域の圧電体膜70が駆動されることになる。これらの構成によっても、上述と同様の効果を得ることができる。また、圧力発生室12に対向する領域内の圧電体能動部320のみが、実際には駆動されるため、変位効率を向上することができる。

【0157】また、例えば、図8(c)に示すように、上電極膜80と下電極膜60とを同一長手方向端部から周壁上に延設するようにしてもよい。この場合には、圧力発生室12に対向する領域の圧電体能動部320を構成する下電極膜60、上電極膜80及び圧電体膜70が周壁に対向する領域まで連続的に延設されることになるが、他の点では、上述の実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0158】さらに、例えば、図9に示すように、下電極膜60を個別電極として、各圧電体能動部320毎に長手方向一端部から圧力発生室12の周壁上に延設し、上電極膜80を幅方向に並設された圧電体能動部320上に連続して形成して、各圧電体能動部320の共通電極としてもよい。なお、この構成は、圧電体膜70をパターンニング後に上電極膜80を成膜し、その後、上電極膜80のみをパターンニングすることにより形成することができる。この構成によっても、上述と同様の効果を得ることができる。また、上電極膜80を幅方向に並設された圧電体能動部320に連続して形成することにより、圧電体能動部320の幅方向両側のいわゆる振動板腕部に対向する領域にも形成されることになり、腕部の強度が向上される。

【0159】(実施形態2) 図10は、実施形態2に係るインクジェット式記録ヘッドの要部断面図である。

【0160】本実施形態は、図10に示すように、下電極膜60が形成されている領域の下側に他の領域よりも膜厚が厚い絶縁厚膜部55aを形成するようにした以外は、実施形態1と同様である。このような構成によっても、実施形態1と同様の効果が得られる。また、圧電体膜70が、前記圧電素子300の駆動による変位の中立軸から離れて位置するため、変位効率が向上され、排除体積を向上することができる。

【0161】ここで、本実施形態の成膜プロセスを図11を参照しながら説明する。流路形成基板10上に、弾性膜50、絶縁膜55及び下電極膜60を形成するプロセスは、実施形態1と同様である。この後、図11(a)に示すように、下電極膜60と絶縁膜55とをエッチングすることによりパターンニングする。このとき、絶縁膜55を厚さ方向に途中までエッチング(ハーフエ

ッチング)する。すなわち、下電極膜60が存在しない領域の膜厚を薄くして絶縁薄膜部55bとすることにより、下電極膜60が存在する領域の下側に他の部分よりも膜厚の厚い絶縁厚膜部55aを形成することができる。

【0162】次に、図11(b)、(c)に示すように、圧電体膜70及び、上電極膜80を成膜する。

【0163】その後、図11(d)に示すように、圧電体膜70及び上電極膜80をエッチングして全体パターン及び圧電体能動部320のパターンニングを行う。なお、この後の工程は実施形態1と同様である。

【0164】(実施形態3) 図12は、実施形態3に係るインクジェット式記録ヘッドの要部を示す断面図である。

【0165】本実施形態は、図12に示すように、圧力発生室12に対応する領域に、弾性膜50を除去した弾性膜除去部350を設け、絶縁膜55及び下電極膜60で振動板を構成するようにした以外は、実施形態1と同様である。

【0166】この弾性膜除去部350の形成方法は、特に限定されず、例えば、圧力発生室12を形成後に、エッチング等により形成すればよい。

【0167】このような構成によっても、実施形態1と同様の効果が得られる。また、弾性膜除去部350を設けたことにより、振動板の腕部が絶縁膜55のみで構成されるため、圧電体能動部320の駆動による振動板の変位効率が向上され、排除体積を向上することができる。

【0168】なお、本実施形態では、弾性膜50に、圧力発生室12を形成後に弾性膜除去部350を設けるようにしたが、これに限定されず、例えば、最初から弾性膜50を設けずに、絶縁膜55を流路形成基板10上に直接形成し、絶縁膜55のみで振動板を構成するようにしてもよい。また、実施形態2のように絶縁膜55の下電極膜60に対向する領域の膜厚を他の部分よりも厚くしてもよいことは言うまでもない。

【0169】(実施形態4) 図13は、実施形態4に係るインクジェット式記録ヘッドの要部を示す平面図及び断面図である。

【0170】本実施形態は、図13に示すように、圧電体膜70を圧力発生室12に対向する領域から幅方向両側の隔壁に対向する領域まで連続的に設けるようにした以外は、実施形態1と同様である。

【0171】すなわち、本実施形態では、圧力発生室に対向する領域に、下電極膜60、圧電体厚膜部70a及び上電極膜80からなる圧電体能動部320が設けられ、圧電体能動部320の幅方向両側には圧電体厚膜部70aよりも厚さの薄い圧電体薄膜部70bが連続的に圧力発生室12に対向する領域の外側まで延設されている。



【0172】このような構成により、駆動中に振動される下電極膜60の両側面は確実に圧電体膜70で覆われているので、絶縁耐圧が著しく向上する。また、圧電体膜70bと絶縁体膜55とが完全に密着されているので、振動板の初期撓み量が低減される。

【0173】また、本実施形態のように、圧電体膜70を圧力発生室12から周壁上まで連続的に形成する場合には、圧電体膜70の結晶組織が下電極膜60上と絶縁膜55上とで同じであることが好ましい。そのため、本実施形態では、圧電体膜70を以下のように形成するようにした。

【0174】すなわち、本実施形態では、図14(a)に示すように、圧電体膜70の成膜の前に、下電極膜60及び絶縁膜55上にチタン又は酸化チタンからなる結晶種75をスパッタ法により島状に形成した後、図14(b)に示すように、未結晶の圧電体前駆体層71を成膜し、その後、図14(c)に示すように、焼成することにより結晶化させて圧電体膜70とする。

【0175】白金などの下電極膜60上に圧電体膜70を形成する場合に結晶種を形成して結晶を略一方向に配向させる技術は、先に出願している。しかしながら、本実施形態のように、下電極膜60をパターニングした後、圧電体膜70を成膜するという特殊な構造においては、下電極膜60上に予め結晶種が形成されていても、絶縁膜55上では、異なる結晶構造となり、クラックが発生しやすいという問題が発生した。そこで、本実施形態では、絶縁膜55上にも結晶種75を形成することにより、下電極膜60及び絶縁膜55上で圧電体膜70の結晶構造を略同じとし、これによりクラックの発生及び異常な応力の発生を防止する。なお、絶縁膜55上の結晶種は、下電極膜60をパターニングした後、同時に形成してもよく、または、下電極膜60上の結晶種を形成し、さらにパターニングした後、絶縁膜55上だけ別途行ってもよい。また、本実施形態では、結晶種を島状に形成したが、これに限定されず、例えば、膜状に形成するようにしてもよい。

【0176】また、本実施形態では、上述の実施形態と同様に、圧電体駆動部320の一方の電極となる下電極膜60が、長手方向一端部から圧力発生室12の周壁上に延設され、各圧電体駆動部320から延設された下電極膜60が周壁上で連結されて、各圧電体駆動部320の共通電極となっており、共通部分60bの端部近傍の実装部60cで図示しないが外部配線と接続されている。

【0177】ここで、本実施形態ではゾルーゲル法を用いて圧電体膜を成膜しているため、エッチング前の圧電体膜70の表面の段差が小さく形成され、エッチング後に圧電体薄膜部70bになる領域の圧電体膜70は比較厚くなる。したがって、圧電体層70を圧力発生室12に対向する領域内にパターニングしようとする、共

通部分の露出は別工程としなければならないが、圧電体薄膜部70bを形成することにより、共通部分の実装部60cの露出も同時に行うことができる。

【0178】(実施形態5) 図15は、実施形態5に係るインクジェット式記録ヘッドの要部平面図及び断面図である。

【0179】本実施形態は、図15に示すように、圧力発生室12の端部と周壁との境界に対向する領域の圧電体膜70の下側に、下電極膜60とは不連続の不連続下電極61を設けた例である。すなわち、本実施形態では、圧力発生室12の圧電体膜70及び上電極膜80が延設される側の端部近傍には、下電極膜60が除去された下電極膜除去部330が、例えば、本実施形態では、圧力発生室12の形状に沿ってその並設方向に細溝状に設けられ、圧力発生室12の端部と周壁との境界部分の下電極膜が、圧電体駆動部320の下電極膜60とは不連続な不連続下電極膜61となっている。

【0180】また、本実施形態では、不連続下電極膜61の外側の周壁上には、下電極膜60を各圧電体駆動部320毎に独立してパターニングすることにより、各圧電体駆動部320の配線として用いられる配線用下電極膜62が設けられている。そして、圧電体膜70及び上電極膜80は不連続下電極膜61上を介して配線用下電極膜62上まで延設され、リード電極100によって上電極膜80と配線用下電極膜62とが接続されている。なお、本実施形態では、弾性膜50上に絶縁膜55を設けずに、弾性膜50上に、直接、下電極膜60が形成されている。

【0181】ここで、下電極膜60と不連続下電極膜61とを分離する下電極膜除去部330の幅は、少なくとも下電極膜60と不連続下電極膜61との絶縁強度を保持可能な幅とする必要があるが、できるだけ狭い幅として振動板の剛性を保持することが好ましい。

【0182】また、このような構成では、不連続下電極膜61は、他の何れにも電気的に接続されないフローティング電極となり、下電極膜60上に存在する圧電体膜70及び上電極膜80が実質的な駆動部となる圧電体駆動部320を構成し、不連続下電極膜61上の圧電体膜70及び上電極膜80は強く駆動されることがない。

【0183】したがって、圧力発生室12と周壁との境界部分は、圧電体駆動部320への電圧印加によっても強く駆動されることがないため、圧力発生室12の長手方向端部での振動板の剛性が高く、この部分での振動板の破壊あるいは圧電体膜70の破壊等を防止することができる。

【0184】なお、本実施形態では、不連続下電極膜61を複数の圧力発生室12の並設方向に亘って形成するようにしたが、これに限定されず、例えば、図16に示すように、各圧電体駆動部320毎に分離するようにしてもよい。これにより、不連続下電極膜61上の圧電体

膜70及び上電極膜80が完全に駆動されることがなく、振動板又は圧電体膜70の破壊等をより確実に防止することができる。

【0185】また、本実施形態では、不連続下電極膜61を、他の部分とは電気的に接続されることのないフローティング電極としたが、これに限定されず、例えば、充電される時定数が圧電体駆動部320の駆動パルスよりも大きくなるように、所定の抵抗値の抵抗を介して電極層と接続するようにしてもよい。

【0186】(実施形態6)図17は、実施形態6に係るインクジェット式記録ヘッドの要部平面図及び断面図である。

【0187】本実施形態は、図17に示すように、圧力発生室12の幅方向の隔壁上に、下電極膜60と同一層で構成される残留部63を設けた例であり、この残留部63は、本実施形態では、圧電体駆動部320の下電極膜60と連続的に圧力発生室12の長手方向に亘って設けられている。すなわち、圧力発生室12の幅方向両側の隔壁との境界に対向する領域に下電極膜60を除去した下電極膜除去部330を設けることにより、隔壁に対向する領域に残留部63が形成されている。

【0188】ここで、下電極膜60の幅方向の端部側面と残留部63の幅方向の端部側面との間隔 $h_1$ 、及び圧電体膜70の長手方向端部の側面と周壁上に延設された下電極膜60が幅広となるまでの間隔 $h_2$ は、それぞれ、圧電体膜70の膜厚より広く、且つ下電極膜60の幅よりも狭いことが好ましい。

【0189】また、残留部63の幅は、隔壁の幅の50%以上であることが好ましく、さらに好ましくは、80%以上である。さらには、並設された複数の圧力発生室12及びその幅方向両側の隔壁に対向する領域の少なくとも50%以上の領域に下電極膜60又は残留部63が形成されていることが好ましい。

【0190】また、本実施形態では、圧力発生室12の圧電体膜70及び上電極膜80が延設される側の端部近傍で、下電極膜60が圧力発生室12の並設方向に亘って細溝状に除去された下電極膜除去部330によって分離され、圧力発生室12の周壁に対向する領域の下電極膜が、圧電体駆動部320を構成する下電極膜60とは不連続な不連続下電極膜61となっている。そして、この不連続下電極膜61上に、圧電体膜70及び上電極膜80が延設され、図示しないがその端部近傍で上電極膜80と外部配線とが接続されている。

【0191】このように本実施形態では、圧力発生室12の幅方向両側の隔壁に対向する領域に残留部63を、好ましくは上述した条件下で設けるようにしたので、下電極膜60が除去される領域が非常に少なく、パターンニングされた下電極膜60上に圧電体膜70を成膜しても、圧電体膜70の膜厚が全体的に略均一となり局部的に圧電体膜70の膜厚が薄くなることのない。

【0192】また、圧電体膜70の長手方向端部の側面と周壁上に延設された下電極膜60が幅広となる間での距離を比較的狭くしているため、圧力発生室12の長手方向端部近傍でも圧電体膜70の膜厚が均一となる。これにより、圧力発生室12の下電極膜60を引き出す側の端部近傍の圧電体膜70をイオンミリング等の選択性のないエッチング方法でエッチングする場合にも、圧電体膜70の下側の下電極膜60と一緒に除去されて膜厚が薄くなることのない。したがって、圧力発生室12の端部近傍の下電極膜60の剛性が低下することがなく耐久性が向上する。また、このような効果は、上述のように圧電体膜70をゾルゲル法等のスピンコート法で形成した場合に特に顕著であり、その他に、例えば、MOD法(有機金属熱塗布分解法)等で形成するようにしてもよい。

【0193】(実施形態7)図18は、実施形態7に係るインクジェット式記録ヘッドの要部平面図である。

【0194】本実施形態では、図18に示すように、圧力発生室12の幅方向の隔壁上に設けられる残留部63が、圧電体駆動部320を構成する下電極膜60ではなく、不連続下電極膜61と連続的に設けられている以外、実施形態6と同様である。

【0195】このような構成によっても、圧電体膜70の膜厚が薄くなることなく、実施形態6と同様の効果を得ることができる。

【0196】なお、実施形態6及び実施形態7では、残留部63が圧電素子300を構成する下電極膜60又は不連続下電極膜61と連続的に設けられているが、これに限定されず、例えば、残留部63を独立して設けるようにしてもよい。

【0197】また、残留部63は常に残されているが、これに限定されず、圧電素子300の形成後であれば、残留部63を除去するようにしてもよい。このような構成でも、圧電体膜70の膜厚は略均一に形成されるため、勿論、上述同様の効果が得られる。

【0198】(実施形態8)図19は、実施形態8に係るインクジェット式記録ヘッドの要部平面図及び断面図である。

【0199】図19に示すように、本実施形態では、圧電体駆動部320を構成する下電極膜60の端部に、圧電体駆動部320の外側に向かって下電極膜60の膜厚が漸小する膜厚漸小部64を設けた例である。また、この膜厚漸小部64の形状は、特に限定されないが、例えば、本実施形態では、下電極膜60の膜厚が連続的に漸小する傾斜面となっている。

【0200】なお、本実施形態では、膜厚漸小部64の外側の周壁には、下電極膜60を各圧電体駆動部320毎に独立してパターンニングすることにより、各圧電体駆動部320の配線として用いられる配線用下電極膜62が設けられており、圧電体膜70及び上電極膜80は



圧力発生室12に対向する領域でパターンニングされて、上電極膜80と配線用下電極膜62とがリード電極100によって接続されている。

【0201】このような本実施形態の構成では、圧電体能動部320の端部となる下電極膜60の端部に、圧電体能動部320の外側に向かって膜厚が漸小する膜厚漸小部64が設けられているので、この膜厚漸小部64を含む下電極膜60上に圧電体膜70を成膜すると、下電極膜60の形状に沿って形成されて全体の膜厚が略均一となる。すなわち、下電極膜60の端部での圧電体膜70の膜厚が薄くなることなく、圧電体能動部320の端部近傍での圧電体膜70の電界集中等による絶縁破壊を形成することができる。

【0202】なお、本実施形態では、膜厚漸小部64を膜厚が連続的に漸小する傾斜面とするようにしたが、これに限定されず、例えば、図20(a)に示すように、膜厚漸小部64Aを、膜厚が間欠的に漸小して断面が階段状とするようにしてもよい。このような膜厚漸小部64Aの形成方法も、特に限定されず、例えば、下電極膜60上に、レジストを複数回塗布して下電極膜60の膜厚漸小部64Aとなる領域に膜厚漸小部64Aと略同一の階段状のレジスト膜を形成後、下電極膜60をパターンニングすることにより形成することができる。

【0203】また、例えば、図20(b)に示すように、断面が傾斜曲面で構成される膜厚漸小部64Bとしてもよい。このような膜厚漸小部64Bの形成方法も特に限定されず、例えば、弾性膜50上の下電極膜60を形成しない領域及び膜厚漸小部64Bとなる領域をマスクで覆い、いわゆるマスク蒸着によって下電極膜60を成膜することにより形成される。すなわち、下電極膜60が、マスクで覆った領域の一部にも、マスクの隙間から回り込んで形成され断面が傾斜曲面の膜厚漸小部64Bとなる。また、勿論上述のように、下電極膜60上に膜厚漸小部64Bと略同一形状のレジスト膜を形成後、下電極膜60をパターンニングすることにより形成することができる。

【0204】また、本実施形態では、圧電体膜70及び上電極膜80を圧力発生室12に対向する領域でパターンニングするようにしたが、勿論、配線用下電極膜62上まで延設するようにしてもよい。

【0205】さらに、本実施形態では、リード電極100を介して上電極膜80と配線用下電極膜62とを接続するようにしたが、これに限定されず、例えば、圧電体膜70及び上電極膜80を配線用下電極膜62上まで延設して、上電極膜80と配線用下電極膜62とを直接接続するようにしてもよい。

【0206】(実施形態9) 図21は、実施形態9に係るインクジェット式記録ヘッドの要部平面図及び断面図である。

【0207】本実施形態は、下電極膜60の長手方向外

側に絶縁材料からなる絶縁膜を設けた例である。すなわち、本実施形態では、図21に示すように、圧力発生室12に対向する領域の弾性膜50上に下電極膜60、圧電体膜70及び上電極膜80からなる圧電体能動部320が形成されており、圧電体能動部320の端部である下電極膜60の端部の外側に、例えば、下電極膜60の膜厚と略同一の膜厚を有する第2の絶縁膜65を形成するようにした以外は、実施形態8と同様である。なお、この第2の絶縁膜65の材料は、特に限定されず、例えば、絶縁膜55とは異なる絶縁材料であってもよい。

【0208】また、本実施形態では、下電極膜60をパターンニング後、その長手方向一端部外側に設けられた下電極膜除去部330に第2の絶縁膜65を形成し、その上に、圧電体膜70及び上電極膜80を成膜及びパターンニングして圧電体能動部320を形成するようにした。これにより、下電極膜60の端部で圧電体膜70の膜厚が薄くなることなく、この部分での圧電体膜70の電界集中等による絶縁破壊を防止することができる。また、このような構成においても、勿論、上述の実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0209】(実施形態10) 図22は、実施形態10に係るインクジェット式記録ヘッドの要部平面図及び断面図である。

【0210】本実施形態は、図22に示すように、圧電体能動部320の端部である下電極膜60の端部の外側に第2の絶縁膜65の代わりに、弾性膜50の膜厚が他の部分よりも厚い、例えば、本実施形態では、下電極膜60とほぼ同一の高さとなる厚膜部51を設けるようにした以外は、実施形態9と同様である。

【0211】また、本実施形態では、弾性膜50をパターンニングして所定位置に厚膜部51を形成後、圧電体膜70及び上電極膜80を成膜及びパターンニングして圧電体能動部320を形成するようにした。これにより、下電極膜60の端部に対応する領域の圧電体膜70の膜厚が他の部分より薄くなることなく、この部分での圧電体膜70の電界集中等による絶縁破壊を形成することができる。また、このような構成においても、上述の実施形態と同様の効果が得られる。

【0212】(実施形態11) 図23は、実施形態11に係るインクジェット式記録ヘッドの要部平面図及び断面図である。

【0213】本実施形態は、図23に示すように、下電極膜60の端部よりも内側に上電極膜80の端部を形成した例であり、この上電極膜80の端部が圧電体能動部320の端部となっている。また、例えば、本実施形態では、圧電体膜70の端部は下電極膜60の端部と略同一位置であり上電極膜80の端部よりも外側に突出した下電極膜60上にも圧電体膜70は形成されているが、この部分は実質的に駆動されない圧電体非能動部340となっている。

【0214】また、この圧電体非能動部340側の圧力発生室12の周壁には、上述の実施形態8等と同様に、配線用下電極膜62が設けられており、圧電体非能動部340上に延設されたリード電極100を介して圧電体能動部320の上電極膜80と接続されている。

【0215】なお、この配線用下電極膜62と下電極膜60との間の下電極膜60が除去された下電極膜除去部330には、本実施形態では、圧電体膜70が除去されずに残留されており下電極膜60とリード電極100とが絶縁されている。

【0216】このように本実施形態では、圧電体能動部320のリード電極100の引き出し側の端部外側に、例えば、上電極膜80を除去することにより、連続的に圧電体非能動部340を設けるようにした。これにより、圧電体能動部320の端部である上電極膜80の端部と下電極膜60の端部との距離を大きくすることができる。このため、圧電体能動部320への電圧印加によっても、圧電体能動部320の端部での電界強度が大きくなることなく、圧電体膜70の絶縁破壊等を防止することができる。また、圧電体能動部320の圧電体膜70の厚さが均一となるため圧電特性が向上する。なお、このような構成によっても、上述の実施形態と同様の効果が得られる。

【0217】(他の実施形態)以上、本発明の各実施形態を説明したが、インクジェット式記録ヘッドの基本的構成は上述したものに限定されるものではない。

【0218】例えば、上述した各実施形態では、下電極膜60の端部を圧電体能動部320の端部とし、その上の圧電体膜70及び上電極膜80は、それより外側まで延設するようにして、圧電体能動部320の端部の破壊を防止しているが、他端部は、下電極膜60が周壁上まで引き出され、圧力発生室12内で圧電体膜70及び上電極膜80をパターニングすることにより圧電体能動部320の端部としている。このような端部は圧電体膜70及び上電極膜80の剥がれ等が生じる可能性があるが、例えば、接着剤等により固定したり、あるいは圧電素子300の圧電体膜70とは不連続の不連続圧電体膜等で覆うことにより圧電体能動部320の端部を保護して、耐久性を向上するようにしてもよい。

【0219】また、例えば、上述の実施形態では、圧電体能動部320の一端部側の構造について説明しているが、これに限定されず、勿論、圧電体能動部320の他端部を同様な構造としてもよい。

【0220】また、例えば、上述した封止板20の他、共通インク室形成基板30をガラスセラミックス製としてもよく、さらには、薄肉膜41を別部材としてガラスセラミックス製としてもよく、材料、構造等の変更は自由である。

【0221】さらに、上述した実施形態では、ノズル開口11を流路形成基板10の端面に形成しているが、面

に垂直な方向に突出するノズル開口を形成してもよい。

【0222】このように構成した実施形態の分解斜視図を図24、その流路の断面を図25にそれぞれ示す。この実施形態では、ノズル開口11が圧電素子とは反対のノズル基板120に穿設され、これらノズル開口11と圧力発生室12とを連通するノズル連通口22が、封止板20、共通インク室形成基板30及び薄肉板41A及びインク室側板40Aを貫通するように配されている。

【0223】なお、本実施形態は、その他、薄肉板41Aとインク室側板40Aとを別部材とし、インク室側板40Aに開口40bを形成した以外は、基本的に上述した実施形態と同様であり、同一部材には同一符号を付して重複する説明は省略する。

【0224】また、勿論、共通インク室を流路形成基板内に形成したタイプのインクジェット式記録ヘッドにも同様に応用できる。

【0225】このように、本発明は、その趣旨に反しない限り、種々の構造のインクジェット式記録ヘッドに適用することができる。

【0226】また、これら各実施形態のインクジェット式記録ヘッドは、インクカートリッジ等と連通するインク流路を具備する記録ヘッドユニットの一部を構成して、インクジェット式記録装置に搭載される。図26は、そのインクジェット式記録装置の一例を示す概略図である。

【0227】図26に示すように、インクジェット式記録ヘッドを有する記録ヘッドユニット1A及び1Bは、インク供給手段を構成するカートリッジ2A及び2Bが着脱可能に設けられ、この記録ヘッドユニット1A及び1Bを搭載したキャリッジ3は、装置本体4に取り付けられたキャリッジ軸5に軸方向移動自在に設けられている。この記録ヘッドユニット1A及び1Bは、例えば、それぞれブラックインク組成物及びカラーインク組成物を吐出するものとしている。

【0228】そして、駆動モータ6の駆動力が図示しない複数の歯車およびタイミングベルト7を介してキャリッジ3に伝達されることで、記録ヘッドユニット1A及び1Bを搭載したキャリッジ3はキャリッジ軸5に沿って移動される。一方、装置本体4にはキャリッジ軸5に沿ってプラテン8が設けられており、図示しない給紙ローラなどにより給紙された紙等の記録媒体である記録シートSがプラテン8に巻き掛けられて搬送されるようになっている。

【0229】

【発明の効果】このように、本実施形態では、圧力発生室に対向する領域に下電極がパターニングされ、その幅方向両端部が圧電体層で覆われているので、沿面での絶縁耐圧が向上し、絶縁破壊を防止することができる。特に、薄膜工程で製造された圧電体層は膜厚が薄いため絶縁耐圧が低く絶縁破壊が起こり易いが、このような構成

とすることにより、圧電体層の絶縁破壊を確実に防止することができる。

【0230】また、この圧電体層と絶縁層とが密着されているため、圧力発生室形成の際の振動板の初期撓み量を低減することができる。さらに、上電極の幅を所定範囲内で形成しているため、圧電体能動部の電圧印加による変位効率の低下を防止することができる。したがって、振動板の圧電体能動部を有効に駆動することができる。

【0231】さらに、圧力発生室の幅方向両側の隔壁上に下電極と同一の層で構成される残留部を設け、下電極膜除去部の面積が狭くなるようにすれば、圧電体層を略均一な膜厚で形成することができ、圧電体層の部分的な圧電特性の低下を抑えることができる。さらに、圧電体層の膜厚が略均一であるため、圧力発生室の下電極を引き出す側の端部で圧電体層をパターニングする際に、下電極の膜厚が薄くなることなく、下電極等の破壊を防止でき耐久性が向上する。

【0232】また、圧電体能動部の端部となる下電極の端部外側に、第2の絶縁層又は厚膜部等を設け、その上に圧電体層及び上電極を成膜してパターニングすれば、下電極の端部近傍の圧電体層の膜厚が他の部分よりも薄くなることなく、電界集中等による圧電体層の絶縁破壊を防止することができる。

【0233】さらには、層間絶縁膜及びコンタクトホールを用いることなく、配線を引き出すことができ、変位効率及び耐久性を向上することができるという効果を奏する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係るインクジェット式記録ヘッドの分解斜視図である。

【図2】本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドを示す図であり、図1の平面図及び断面図である。

【図3】図1の封止板の変形例を示す図である。

【図4】本発明の実施形態1の薄膜製造工程を示す図である。

【図5】本発明の実施形態1の薄膜製造工程を示す図である。

【図6】本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドの要部平面図及び断面図である。

【図7】本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドの変形例を示す平面図である。

【図8】本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドの変形例を示す平面図である。

【図9】本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドの変形例を示す平面図及び断面図である。

【図10】本発明の実施形態2に係るインクジェット式記録ヘッドの要部断面図である。

【図11】本発明の実施形態2の薄膜製造工程を示す図である。

【図12】本発明の実施形態3に係るインクジェット式記録ヘッドの要部断面図である。

【図13】本発明の実施形態4に係るインクジェット式記録ヘッドの要部平面図及び断面図である。

【図14】本発明の実施形態4の薄膜製造工程を示す図である。

【図15】本発明の実施形態5に係るインクジェット式記録ヘッドの要部平面図及び断面図である。

【図16】本発明の実施形態5に係るインクジェット式記録ヘッドの変形例を示す要部平面図である。

【図17】本発明の実施形態6に係るインクジェット式記録ヘッドの要部平面図及び断面図である。

【図18】本発明の実施形態7に係るインクジェット式記録ヘッドの要部平面図である。

【図19】本発明の実施形態8に係るインクジェット式記録ヘッドの要部平面図及び断面図である。

【図20】本発明の実施形態8に係るインクジェット式記録ヘッドの変形例を示す要部断面図である。

【図21】本発明の実施形態9に係るインクジェット式記録ヘッドの要部平面図及び断面図である。

【図22】本発明の実施形態10に係るインクジェット式記録ヘッドの要部平面図及び断面図である。

【図23】本発明の実施形態11に係るインクジェット式記録ヘッドの要部平面図及び断面図である。

【図24】本発明の他の実施形態に係るインクジェット式記録ヘッドの分解斜視図である。

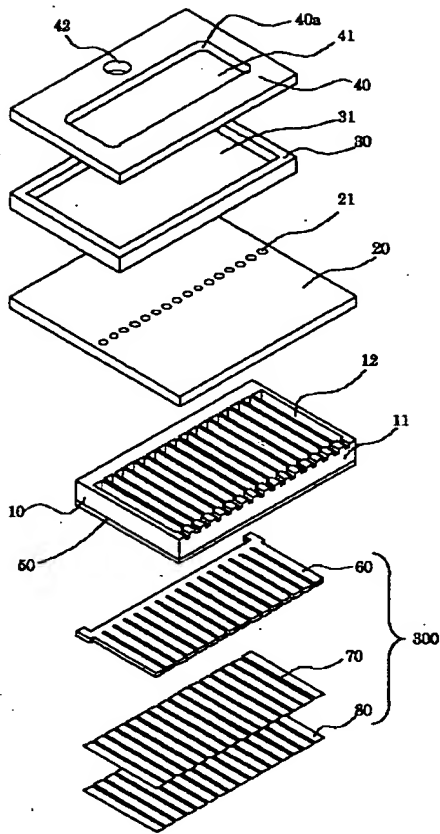
【図25】本発明の他の実施形態に係るインクジェット式記録ヘッドを示す断面図である。

【図26】本発明の一実施形態に係るインクジェット式記録装置の概略図である。

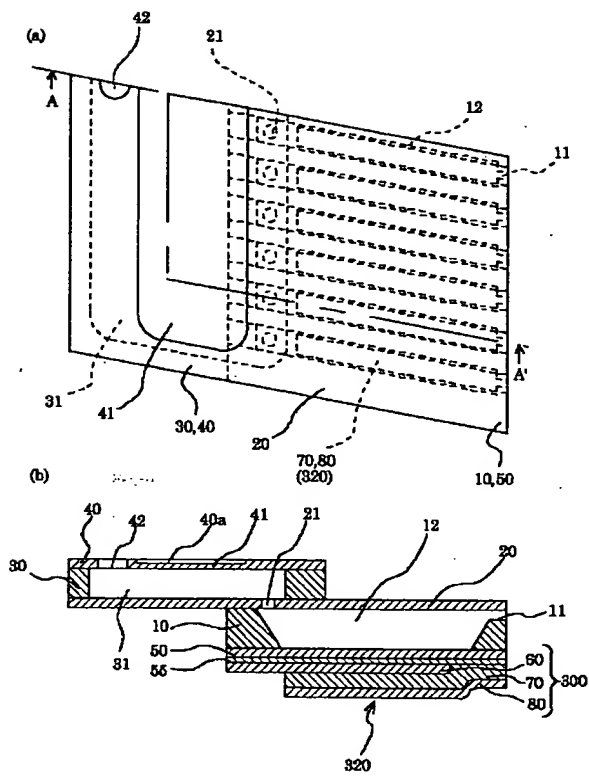
#### 【符号の説明】

- 10 流路形成基板
- 12 圧力発生室
- 50 弾性膜
- 55 絶縁膜
- 60 下電極膜
- 70 圧電体膜
- 80 上電極膜
- 300 圧電素子
- 320 圧電体能動部
- 330 下電極膜除去部
- 340 圧電体非能動部

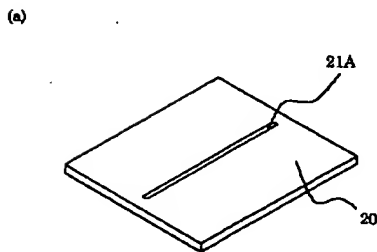
【図1】



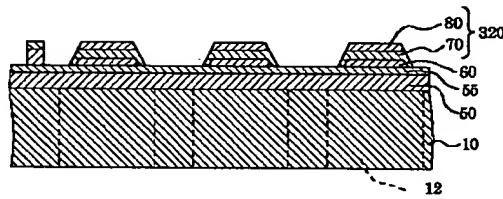
【図2】



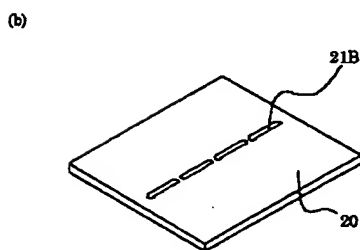
【図3】



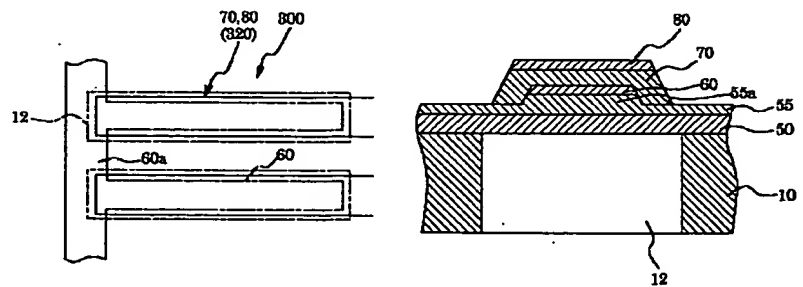
【図5】



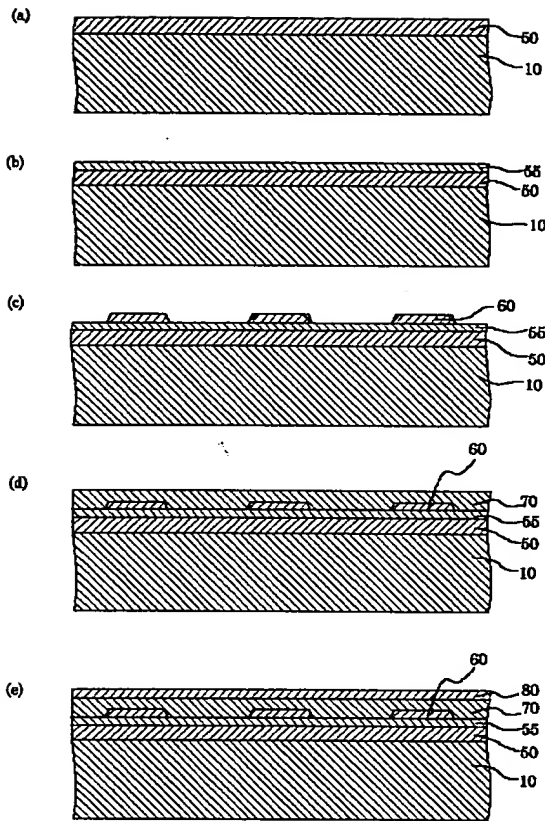
【図7】



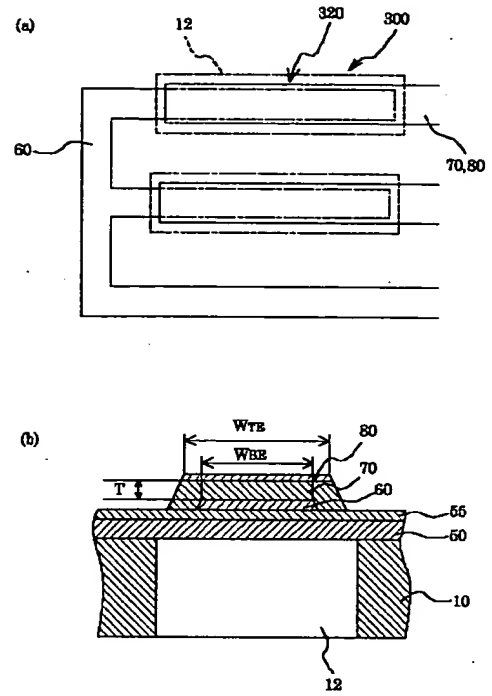
【図10】



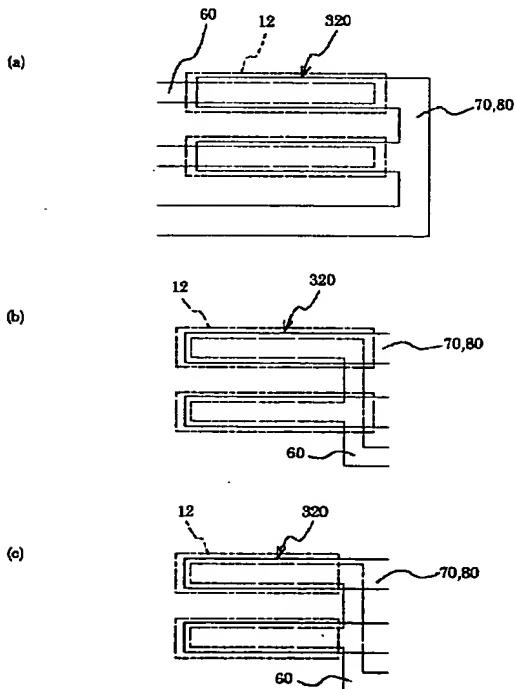
【圖4】



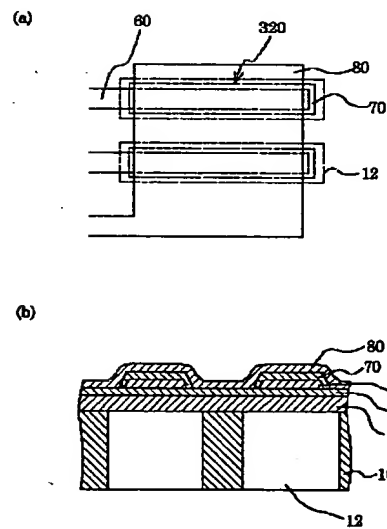
【圖6】



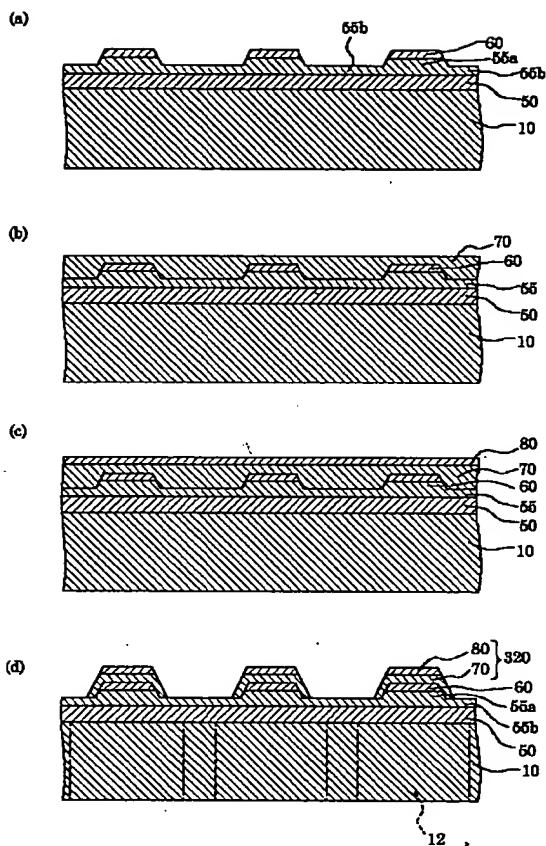
【圖8】



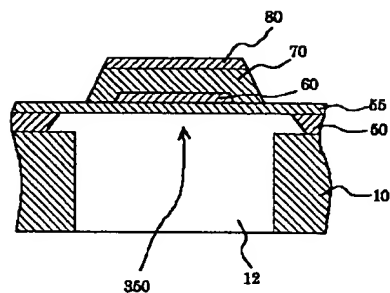
【圖9】



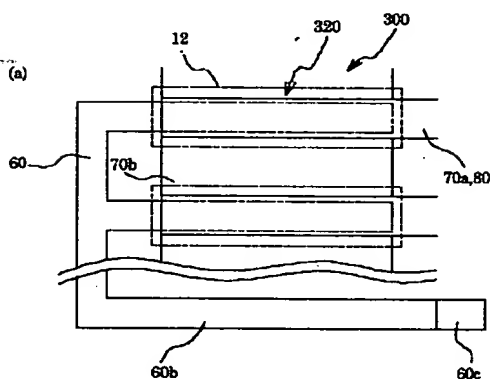
【図11】



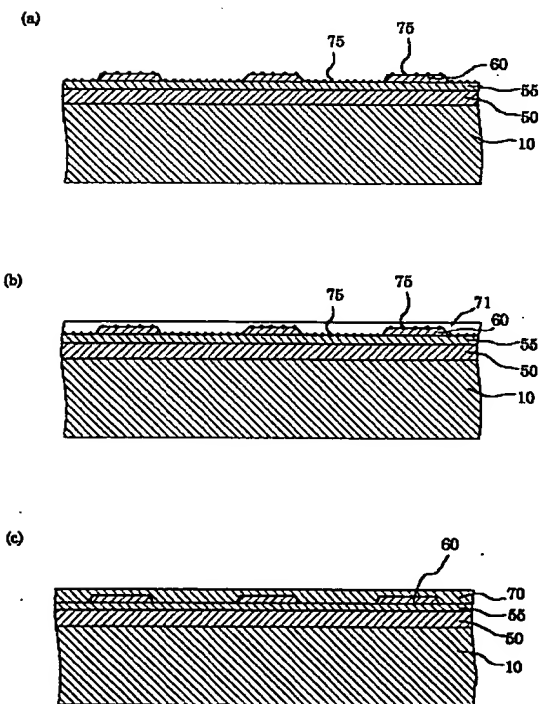
【図12】



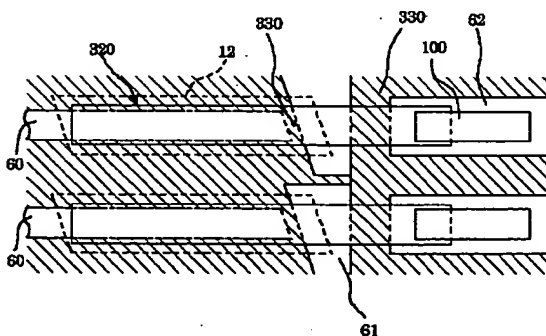
【図13】



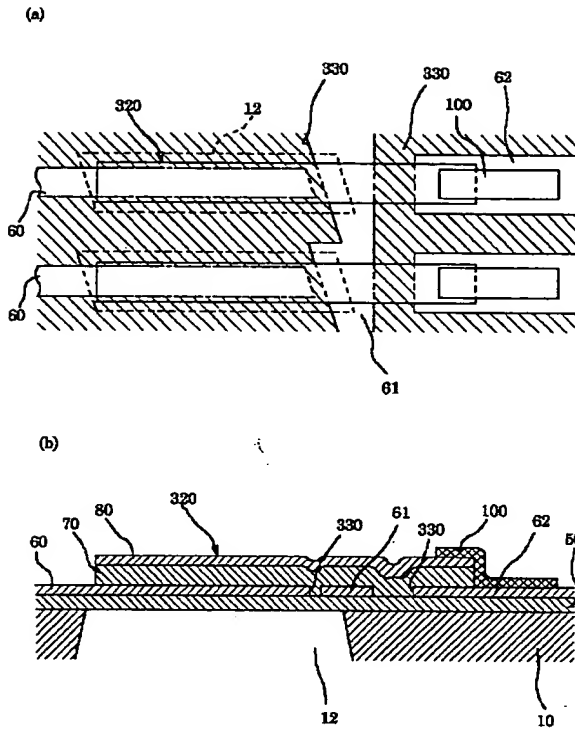
【図14】



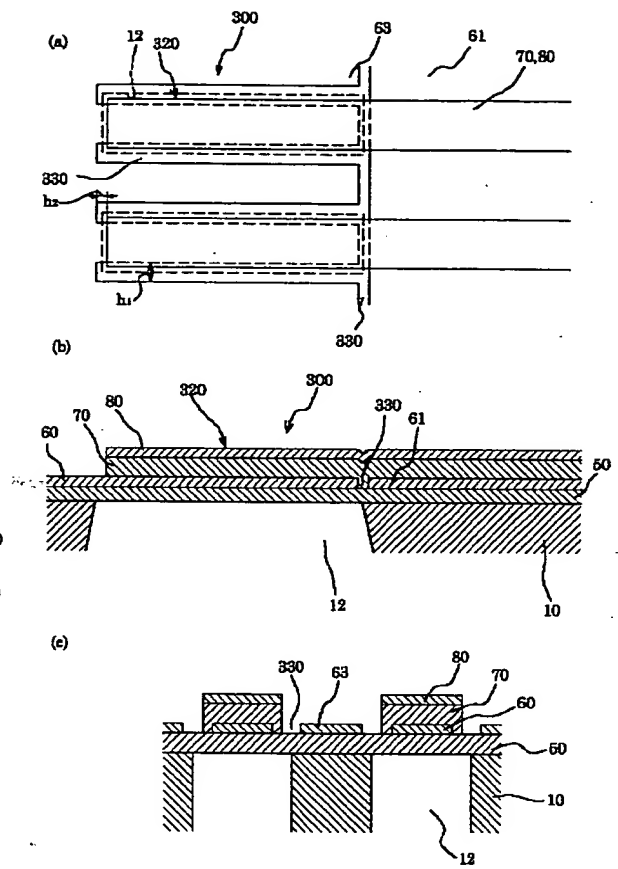
【図16】



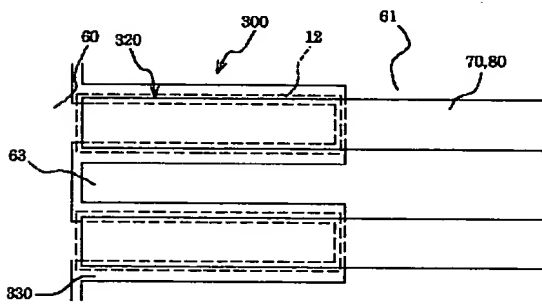
【図15】



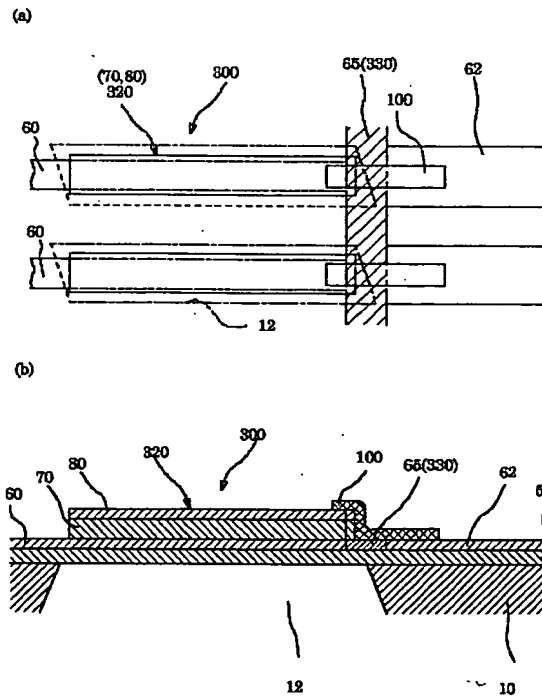
【図17】



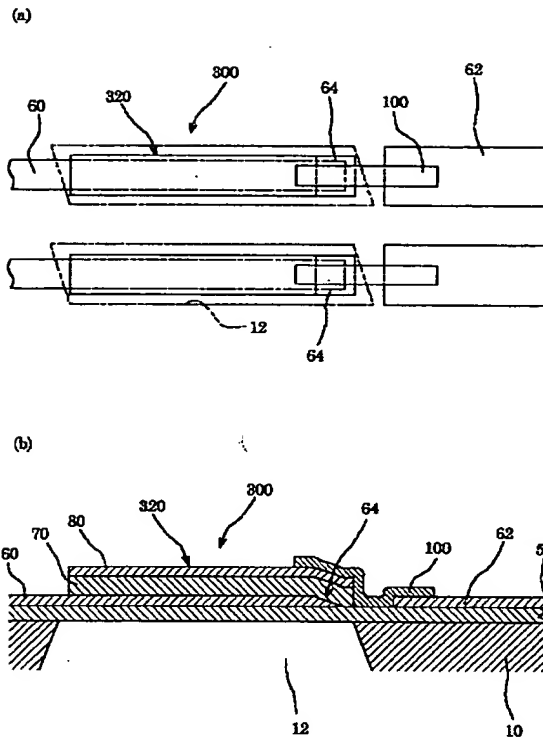
【図18】



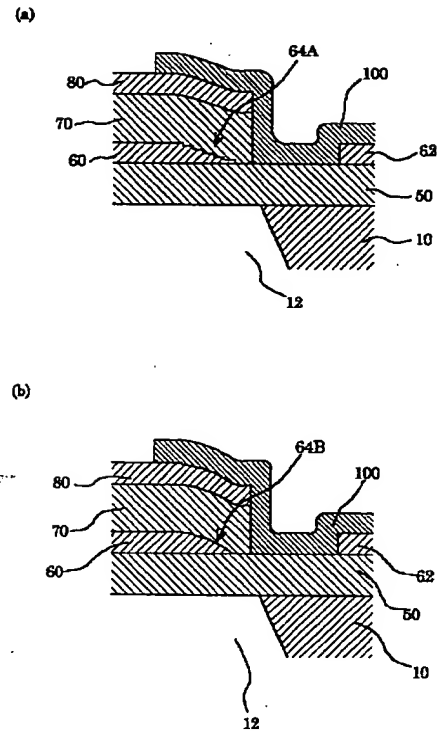
【図21】



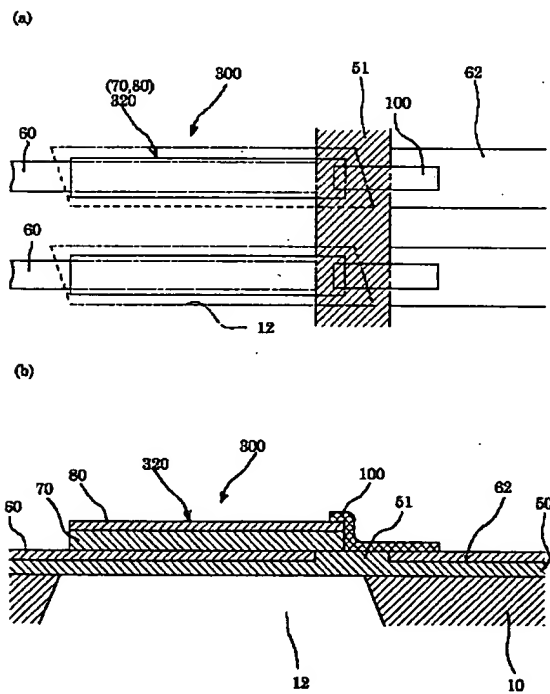
【図19】



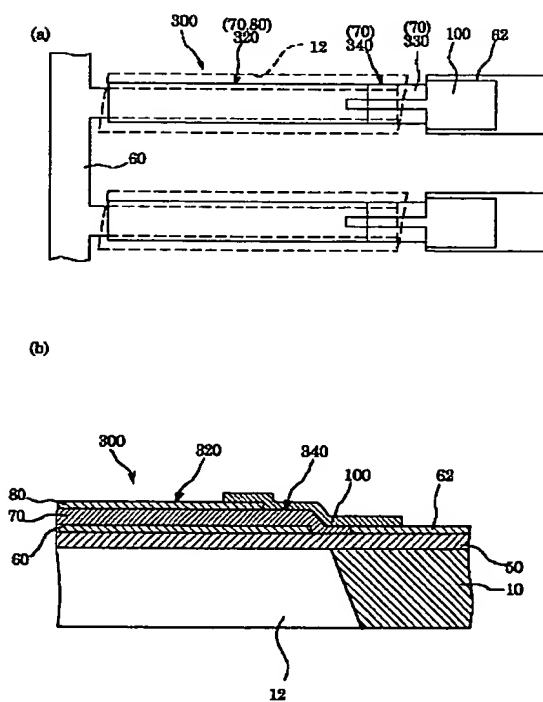
【図20】



【図22】

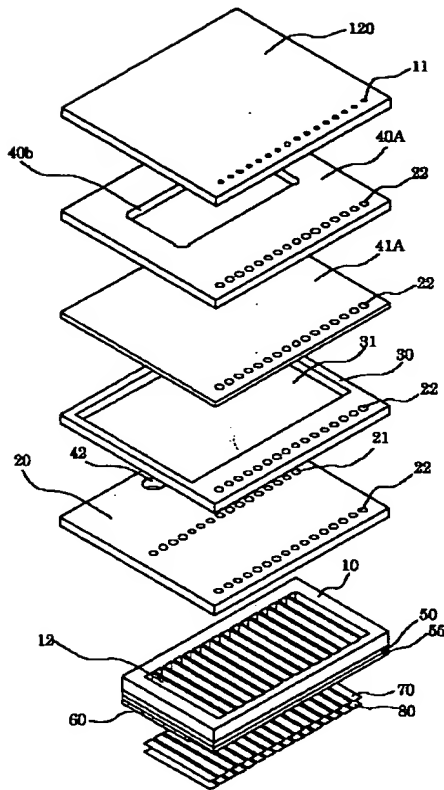


【図23】

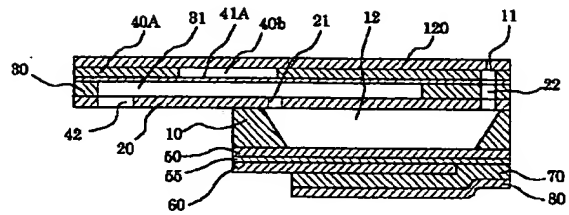




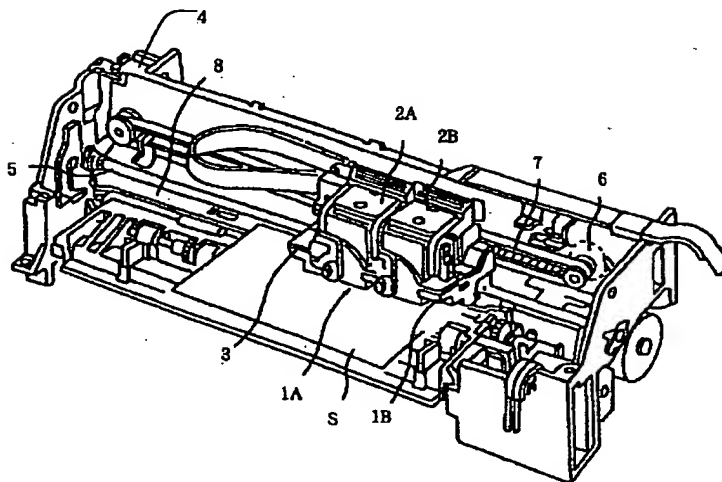
【図24】



【図25】



【図26】



【手続補正書】

【提出日】平成12年4月27日(2000. 4. 27)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】インクジェット式記録ヘッド及びインクジェット式記録装置

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ノズル開口に連通する圧力発生室と、この圧力発生室に対応する領域に絶縁層を介して設けられた下電極、該下電極上に設けられた圧電体層及び該圧電体層上に設けられた上電極からなる圧電素子とを備えるインクジェット式記録ヘッドにおいて、

前記圧力発生室に対向する前記下電極の少なくとも幅方向両端部が当該圧力発生室に対向する領域内に位置すると共に前記圧電体層が前記下電極の幅方向両端の側面を覆い且つ当該圧電体層は結晶が優先配向していることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項2】 請求項1において、前記圧電体層は、結晶が柱状となっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項3】 ノズル開口に連通する圧力発生室と、この圧力発生室に対応する領域に絶縁層を介して設けられた下電極、該下電極上に設けられた圧電体層及び該圧電体層上に設けられた上電極からなる圧電素子とを備えるインクジェット式記録ヘッドにおいて、

前記圧力発生室に対向する前記下電極の少なくとも幅方向両端部が当該圧力発生室に対向する領域内に位置すると共に前記圧電体層が前記下電極の幅方向両端の側面を覆い且つ当該圧電体層の幅方向両端が前記圧力発生室内に位置することを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項4】 ノズル開口に連通する圧力発生室と、この圧力発生室に対応する領域に絶縁層を介して設けられた下電極、該下電極上に設けられた圧電体層及び該圧電体層上に設けられた上電極からなる圧電素子とを備えるインクジェット式記録ヘッドにおいて、

前記圧力発生室に対向する前記下電極の少なくとも幅方向両端部が当該圧力発生室に対向する領域内に位置すると共に前記圧電体層が前記下電極の幅方向両端の側面を覆い、前記圧電体層及び前記上電極が一括でパターンニングされていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項5】 請求項3又は4において、前記圧電体層の厚さ方向の一部が、前記圧力発生室の領域外まで延設されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項6】 請求項3～5の何れかにおいて、前記圧電体層は、結晶が優先配向していることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項7】 請求項6において、前記圧電体層は、結晶が柱状となっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項8】 請求項1～7の何れかにおいて、前記絶縁層は、前記下電極が形成されている下側の領域が他の領域よりも厚いことを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項9】 請求項1～8の何れかにおいて、前記絶縁層の厚さ方向最上部は前記圧電体層と密着性の良好な材料からなる密着性絶縁層からなり、当該密着性絶縁層と前記下電極の幅方向両端の側面を覆う前記圧電体層とが密着していることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項10】 請求項9において、前記密着性絶縁層の材料は、前記圧電体層の構成元素から選択される少なくとも一種の元素の酸化物又は窒化物であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項11】 請求項10において、前記密着性絶縁層が酸化ジルコニウムからなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項12】 請求項9～11の何れかにおいて、前記絶縁層が前記密着性絶縁層からなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項13】 請求項12において、前記絶縁層がシリコン単結晶基板上に直接形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項14】 請求項12において、前記絶縁層が前記シリコン単結晶基板上に形成された二酸化シリコン膜上に形成され且つ当該二酸化シリコン膜の前記圧力発生室に対応する部分が除去されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項15】 請求項9～14の何れかにおいて、前記圧電体層がPZTからなり、前記密着性絶縁層が酸化ジルコニウムからなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項16】 請求項1～15の何れかにおいて、前記上電極の幅 $W_{TE}$ は、前記下電極の幅 $W_{BE}$ 及び前記圧電体層の厚み $T$ との関係が、

$$(W_{BE} - 5T) < W_{TE} < (W_{BE} + 5T)$$

であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項17】 請求項1～16の何れかにおいて、前記圧力発生室の長手方向一端部に前記下電極の端部があり、且つ前記圧電体層及び前記上電極はその外側まで延設され、当該下電極の端部が前記圧電素子の実質的な駆動部となる圧電体駆動部の一端部となっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項18】 請求項17において、前記圧電体駆動部の端部が前記圧力発生室の周壁より内側に位置することを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項19】 請求項1～16の何れかにおいて、前記圧力発生室の長手方向一端部に前記下電極の端部があり、且つ当該下電極の端部よりも内側に前記上電極の端部があり、前記圧電体層がその外側まで延設され、当該上電極の端部が前記圧電体層の実質的な駆動部となる圧電体駆動部の一端部となっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項20】 請求項17～19の何れかにおいて、

前記圧力発生室の端部と周壁との境界部分に対向する領域には、前記下電極とは不連続の不連続下電極膜が設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項21】 請求項20において、前記不連続下電極とは不連続に設けられ且つ一端が外部配線に接続される配線用下電極が前記各圧電素子毎に設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項22】 請求項17～20の何れかにおいて、前記下電極は、前記圧電体駆動部の他端部から前記圧力発生室の周壁上まで延設されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項23】 請求項22において、前記下電極は、前記圧力発生室の一端部近傍に対向する領域に少なくとも前記圧力発生室より幅の広い幅広部を有し、当該幅広部が前記圧力発生室の長手方向端部から周壁上まで延設されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項24】 請求項1～23の何れかにおいて、前記上電極若しくはその上に接続されたリード電極及び前記圧電体層が、前記圧力発生室に対向する領域の長手方向からその外側へ延設されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項25】 請求項24において、前記下電極の周壁上までの延設方向と前記上電極若しくはその上に接続されたリード電極及び前記圧電体層の周壁上までの延設方向とが異なることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項26】 請求項24において、前記下電極の周壁上までの延設方向と前記上電極若しくはその上に接続されたリード電極及び前記圧電体層の周壁上までの延設方向とが同方向であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項27】 請求項25又は26において、前記下電極又は前記上電極の何れか一方が共通電極となっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項28】 請求項1～22の何れかにおいて、前記下電極は、前記圧力発生室に対向する領域の長手方向の少なくとも一端部近傍から幅方向外側へ延設されて共通電極となっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項29】 請求項1～3の何れかにおいて、前記圧電体層の長手方向両端部は、前記圧力発生室に対向する領域内にパターンニングされ、前記上電極は前記圧力発生室の幅方向に横断して連続的に形成されて共通電極となっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項30】 請求項1～28の何れかにおいて、前記圧力発生室の幅方向両側の隔壁上には前記下電極と同一の層によって構成される残留部が設けられていること

を特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項31】 請求項30において、前記圧電体駆動部の一端部の外側には、前記下電極とは不連続の不連続下電極が設けられ、前記残留部が当該不連続下電極から連続的に延設されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項32】 請求項30において、前記残留部が前記圧電素子を構成する前記下電極と連続的に設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項33】 請求項30～32の何れかにおいて、前記下電極の幅方向端面と前記残留部の幅方向端面との間隔が、前記圧電体層の厚さよりも広く且つ前記下電極の幅よりも狭いことを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項34】 請求項30～33の何れかにおいて、前記下電極が周壁上まで延設される前記圧力発生室の端部近傍に前記圧電体層の長手方向端部が存在し、当該端部から外側に延設された前記下電極が幅広となるまでの距離が、前記圧電体層の厚さよりも広く且つ前記下電極の幅よりも狭いことを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項35】 請求項30～34の何れかにおいて、前記残留部の幅が、隣接する圧力発生室間の隔壁の幅の50%以上であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項36】 請求項30～35の何れかにおいて、前記下電極及び前記残留部が、並設された複数の前記圧力発生室及びその幅方向両側の隔壁に対応する領域の50%以上の幅の領域に形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項37】 請求項30～34の何れかにおいて、前記下電極及び前記残留部が、前記流路形成基板の全面積の50%以上の領域に形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項38】 請求項1～37の何れかにおいて、前記圧電体層の結晶組織が前記下電極上と前記絶縁層上とで略同一であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項39】 請求項38において、前記絶縁層の表面に前記圧電体層の結晶の核となる結晶種が形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項40】 請求項39において、前記結晶種が島状に形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項41】 請求項17～40の何れかにおいて、前記下電極の端部の外側には、第2の絶縁層が設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項42】 請求項41において、前記第2の絶縁層が前記下電極と略同一の膜厚を有することを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項43】 請求項41又は42において、前記第2の絶縁層が前記絶縁層とは異なる絶縁材料からなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項44】 請求項17～40の何れかにおいて、前記下電極の端部の外側の前記絶縁層に厚膜部が設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項45】 請求項44において、前記厚膜部が前記下電極と略同一の膜厚であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項46】 請求項17～40の何れかにおいて、前記下電極の端部には前記圧電体電動部の外側に向かって前記下電極の膜厚が漸小する膜厚漸小部が設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項47】 請求項46において、前記膜厚漸小部は、前記下電極の膜厚が連続的に漸小する傾斜面となっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項48】 請求項46において、前記膜厚漸小部は、前記下電極の膜厚が階段状に漸小していることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項49】 請求項46において、前記膜厚漸小部は、前記下電極の膜厚が連続的に漸小する傾斜曲面となっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項50】 請求項46～49の何れかにおいて、前記膜厚漸小部上に形成される前記圧電体層の膜厚が、他の部分の膜厚よりも厚いことを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項51】 請求項17～50の何れかにおいて、前記圧電体電動部の一端部とは反対側の他端部が、前記一端部と同様の構造を有することを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項52】 請求項17～50の何れかにおいて、前記圧電体電動部の一端部とは反対側の他端部は、前記圧電体層及び前記上電極の端部により形成され、この圧電体電動部の他端部は、前記圧電体層とは不連続の不連続圧電体層によって覆われていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項53】 請求項17～50の何れかにおいて、前記圧電体電動部の一端部とは反対側の他端部は、前記圧電体層及び前記上電極の端部により形成され、この圧電体電動部の他端部は、接着剤によって固定されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項54】 請求項1～53の何れかにおいて、前記圧力発生室がシリコン単結晶基板に異方性エッチングにより形成され、前記下電極、圧電体層、上電極の各層が成膜及びリソグラフィ法により形成されたものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項55】 請求項1～54の何れかのインクジェット式記録ヘッドを具備することを特徴とするインクジ

ェット式記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、インク滴を吐出するノズル開口と連通する圧力発生室の一部に振動板を介して圧電素子を形成して、圧電素子の変位によりインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッド及びインクジェット式記録装置に関する。

【0002】

【従来の技術】インク滴を吐出するノズル開口と連通する圧力発生室の一部を振動板で構成し、この振動板を圧電素子により変形させて圧力発生室のインクを加圧してノズル開口からインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドには、圧電素子が軸方向に伸長、収縮する縦振動モードの圧電アクチュエータを使用したものと、たわみ振動モードの圧電アクチュエータを使用したものの2種類が実用化されている。

【0003】前者は圧電素子の端面を振動板に当接させることにより圧力発生室の容積を変化させることができ、高密度印刷に適したヘッドの製作が可能である反面、圧電素子をノズル開口の配列ピッチに一致させて櫛歯状に切り分けるという困難な工程や、切り分けられた圧電素子を圧力発生室に位置決めして固定する作業が必要となり、製造工程が複雑であるという問題がある。

【0004】これに対して後者は、圧電材料のグリーンシートを圧力発生室の形状に合わせて貼付し、これを焼成するという比較的簡単な工程で振動板に圧電素子を作り付けることができるものの、たわみ振動を利用する関係上、ある程度の面積が必要となり、高密度配列が困難であるという問題がある。

【0005】一方、後者の記録ヘッドの不都合を解消すべく、特開平5-286131号公報に見られるように、振動板の表面全体に互って成膜技術により均一な圧電材料層を形成し、この圧電材料層をリソグラフィ法により圧力発生室に対応する形状に切り分けて各圧力発生室毎に独立するように圧電素子を形成したものが提案されている。

【0006】これによれば圧電素子を振動板に貼付ける作業が不要となって、リソグラフィ法という精密で、かつ簡便な手法で圧電素子を作り付けることができるばかりでなく、圧電素子の厚みを薄くできて高速駆動が可能になるという利点がある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した薄膜技術およびリソグラフィ法による製造方法では、薄膜のパターニング後に圧力発生室を形成するが、その際、上電極及び圧電体層の内部応力緩和の影響により、振動板が圧力発生室側に撓んでしまい、この撓みが弾性膜の初期変形として残留してしまうという問題がある。

【0008】また、このように薄膜技術及びリソグラフ

ィ法により製造した圧電素子で、下電極の腕部をバターニングして除去した構造では、圧電体層が薄いため、下電極の幅方向両端の側面で絶縁耐圧が低く、絶縁破壊が生じるという問題がある。

【0009】本発明はこのような事情に鑑み、圧電体層の絶縁破壊を防止すると共に、振動板の初期撓み量を低減したインクジェット式記録ヘッド及びインクジェット式記録装置を提供することを課題とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決する本発明の第1の態様は、ノズル開口に連通する圧力発生室と、この圧力発生室に対応する領域に絶縁層を介して設けられた下電極、該下電極上に設けられた圧電体層及び該圧電体層上に設けられた上電極からなる圧電素子とを備えるインクジェット式記録ヘッドにおいて、前記圧力発生室に対向する前記下電極の少なくとも幅方向両端部が当該圧力発生室に対向する領域内に位置すると共に前記圧電体層が前記下電極の幅方向両端の側面を覆い且つ当該圧電体層は結晶が優先配向していることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0011】かかる第1の態様では、圧力発生室内にバターニングした下電極の幅方向両端の側面が圧電体層で覆われているので、沿面での絶縁耐圧が向上し、且つ絶縁層と圧電体層とが密着されているため、振動板の初期撓み量が低減される。また、圧電体層が薄膜工程で成膜された結果、結晶が優先配向している。

【0012】本発明の第2の態様は、第1の態様において、前記圧電体層は、結晶が柱状となっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0013】かかる第2の態様では、圧電体層が薄膜工程で成膜された結果、結晶が柱状となっている。

【0014】本発明の第3の態様は、ノズル開口に連通する圧力発生室と、この圧力発生室に対応する領域に絶縁層を介して設けられた下電極、該下電極上に設けられた圧電体層及び該圧電体層上に設けられた上電極からなる圧電素子とを備えるインクジェット式記録ヘッドにおいて、前記圧力発生室に対向する前記下電極の少なくとも幅方向両端部が当該圧力発生室に対向する領域内に位置すると共に前記圧電体層が前記下電極の幅方向両端の側面を覆い且つ当該圧電体層の幅方向両端が前記圧力発生室内に位置することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0015】かかる第3の態様では、圧力発生室内にバターニングした下電極の幅方向両端の側面が圧電体層で覆われているので、沿面での絶縁耐圧が向上し、且つ絶縁層と圧電体層とが密着されているため、振動板の初期撓み量が低減される。また、圧電体層の幅方向両端部が圧力発生室内に位置するため、圧力発生室の幅方向両側に対応する領域の膜厚が薄くなるため、振動板の変位量が向上する。

【0016】本発明の第4の態様は、ノズル開口に連通する圧力発生室と、この圧力発生室に対応する領域に絶縁層を介して設けられた下電極、該下電極上に設けられた圧電体層及び該圧電体層上に設けられた上電極からなる圧電素子とを備えるインクジェット式記録ヘッドにおいて、前記圧力発生室に対向する前記下電極の少なくとも幅方向両端部が当該圧力発生室に対向する領域内に位置すると共に前記圧電体層が前記下電極の幅方向両端の側面を覆い、前記圧電体層及び前記上電極が一括でバターニングされていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0017】かかる第4の態様では、圧力発生室内にバターニングした下電極の幅方向両端の側面が圧電体層で覆われているので、沿面での絶縁耐圧が向上し、且つ絶縁層と圧電体層とが密着されているため、振動板の初期撓み量が低減される。また、圧電体層及び上電極を一括でバターニングすることにより、比較的容易に圧電素子を形成することができ、製造工程が簡略化される。

【0018】本発明の第5の態様は、第3又は4の態様において、前記圧電体層の厚さ方向の一部が、前記圧力発生室の領域外まで延設されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0019】かかる第5の態様では、腕部上には、圧電体層の端部が存在しないため、初期不良が回避されると共に耐久性が向上する。

【0020】本発明の第6の態様は、第3～5の何れかの態様において、前記圧電体層は、結晶が優先配向していることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0021】かかる第6の態様では、圧電体層が薄膜工程で成膜された結果、結晶が優先配向している。

【0022】本発明の第7の態様は、第6の態様において、前記圧電体層は、結晶が柱状となっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0023】かかる第7の態様では、圧電体層が薄膜工程で成膜された結果、結晶が柱状となっている。

【0024】本発明の第8の態様は、第1～7の何れかの態様において、前記絶縁層は、前記下電極が形成されている下側の領域が他の領域よりも厚いことを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0025】かかる第8の態様では、圧電体層が圧電素子の駆動による曲げの中立軸から離れた位置にあるので、変位効率が向上する。

【0026】本発明の第9の態様は、第1～8の何れかの態様において、前記絶縁層の厚さ方向最上部は前記圧電体層と密着性の良好な材料からなる密着性絶縁層となり、当該密着性絶縁層と前記下電極の幅方向両端の側面を覆う前記圧電体層とが密着していることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0027】かかる第9の態様では、圧力発生室に対向

する領域の下電極が圧電体層で完全に覆われ、沿面での絶縁耐圧がさらに向上する。

【0028】本発明の第10の態様は、第9の態様において、前記密着性絶縁層の材料は、前記圧電体層の構成元素から選択される少なくとも一種の元素の酸化物又は窒化物であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0029】かかる第10の態様では、絶縁層と圧電体層の密着性が向上する。

【0030】本発明の第11の態様は、第10の態様において、前記密着性絶縁層が酸化ジルコニウムからなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0031】かかる第11の態様では、絶縁層の剛性が向上し、耐久性が向上する。

【0032】本発明の第12の態様は、第9～11の何れかの態様において、前記絶縁層が前記密着性絶縁層からなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0033】かかる第12の態様では、絶縁層を容易に形成され、製造工程が簡素化される。

【0034】本発明の第13の態様は、第12の態様において、前記絶縁層がシリコン単結晶基板上に直接形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0035】かかる第13の態様では、酸化ジルコニウム膜は単独でも、十分な耐久性を示す。

【0036】本発明の第14の態様は、第12の態様において、前記絶縁層が前記シリコン単結晶基板上に形成された二酸化シリコン膜上に形成され且つ当該二酸化シリコン膜の前記圧力発生室に対応する部分が除去されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0037】かかる第14の態様では、アクチュエータの変位効率を向上することができる。

【0038】本発明の第15の態様は、第9～14の何れかの態様において、前記圧電体層がPZTからなり、前記密着性絶縁層が酸化ジルコニウムからなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0039】かかる第15の態様では、圧電体層と絶縁層との密着性が向上される。

【0040】本発明の第16の態様は、第1～15の何れかの態様において、前記上電極の幅 $W_{TE}$ は、前記下電極の幅 $W_{BE}$ 及び前記圧電体層の厚み $T$ との関係が、

$$(W_{BE} - 5T) < W_{TE} < (W_{BE} + 5T)$$

であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0041】かかる第16の態様では、上電極及び下電極に挟まれる圧電体層が有効に駆動される。

【0042】本発明の第17の態様は、第1～16の何れかの態様において、前記圧力発生室の長手方向一端部

に前記下電極の端部があり、且つ前記圧電体層及び前記上電極はその外側まで延設され、当該下電極の端部が前記圧電素子の実質的な駆動部となる圧電体駆動部の一端部となっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0043】かかる第17の態様では、圧電体駆動部の駆動を妨げることがなく、圧電体層の絶縁破壊が防止される。

【0044】本発明の第18の態様は、第17の態様において、前記圧電体駆動部の端部が前記圧力発生室の周壁より内側に位置することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0045】かかる第18の態様では、圧電体駆動部の駆動を妨げることがなく、圧電体層の絶縁破壊が防止される。

【0046】本発明の第19の態様は、第1～16の何れかの態様において、前記圧力発生室の長手方向一端部に前記下電極の端部があり、且つ当該下電極の端部よりも内側に前記上電極の端部があり、前記圧電体層がその外側まで延設され、当該上電極の端部が前記圧電体層の実質的な駆動部となる圧電体駆動部の一端部となっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0047】かかる第19の態様では、圧電体駆動部の端部と下電極の端部との距離を離すことができ、圧電体駆動部の長手方向端部での電界集中による絶縁破壊が防止される。

【0048】本発明の第20の態様は、第17～19の何れかの態様において、前記圧力発生室の端部と周壁との境界部分に対向する領域には、前記下電極とは不連続の不連続下電極膜が設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0049】かかる第20の態様では、圧電体層及び上電極が圧力発生室外の領域に引き出される部分の振動板の剛性が高く保持され、この部分での振動板及び圧電体層の破壊が防止される。

【0050】本発明の第21の態様は、第20の態様において、前記不連続下電極とは不連続に設けられ且つ一端が外部配線に接続される配線用下電極が前記各圧電素子毎に設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0051】かかる第21の態様では、圧電体駆動部から配線を容易且つ効率よく引き出すことができる。

【0052】本発明の第22の態様は、第17～20の何れかの態様において、前記下電極は、前記圧電体駆動部の他端部から前記圧力発生室の周壁上まで延設されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0053】かかる第22の態様では、各圧電素子の配線を容易に行うことができる。

【0054】本発明の第23の態様は、第22の態様において、前記下電極は、前記圧力発生室の一端部近傍に対向する領域に少なくとも前記圧力発生室より幅の広い幅広部を有し、当該幅広部が前記圧力発生室の長手方向端部から周壁上まで延設されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0055】かかる第23の態様では、圧力発生室の端部近傍の振動板の剛性が増加され、耐久性が向上する。

【0056】本発明の第24の態様は、第1～23の何れかの態様において、前記上電極若しくはその上に接続されたリード電極及び前記圧電体層が、前記圧力発生室に対向する領域の長手方向からその外側へ延設されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0057】かかる第24の態様では、圧力発生室の周壁に対向する領域に、上電極と外部配線との接続部を容易に形成できる。

【0058】本発明の第25の態様は、第24の態様において、前記下電極の周壁上までの延設方向と前記上電極若しくはその上に接続されたリード電極及び前記圧電体層の周壁上までの延設方向とが異なることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0059】かかる第25の態様では、電圧印加により駆動する圧電体能動部が、圧力発生室に対向する領域内に存在し、また、層間絶縁膜及びコンタクトホールを必要とすることなく、配線を容易に引き出すことができる。

【0060】本発明の第26の態様は、第24の態様において、前記下電極の周壁上までの延設方向と前記上電極若しくはその上に接続されたリード電極及び前記圧電体層の周壁上までの延設方向とが同方向であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0061】かかる第26の態様では、層間絶縁膜及びコンタクトホールを必要とすることなく、配線を容易に引き出すことができる。

【0062】本発明の第27の態様は、第25又は26の態様において、前記下電極又は前記上電極の何れか一方が共通電極となっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0063】かかる第27の態様では、各圧電素子の配線を容易に行うことができる。

【0064】本発明の第28の態様は、第1～22の何れかの態様において、前記下電極は、前記圧力発生室に対向する領域の長手方向の少なくとも一端部近傍から幅方向外側へ延設されて共通電極となっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0065】かかる第28の態様では、層間絶縁膜及びコンタクトホールを必要とすることなく、配線を容易に引き出すことができる。

【0066】本発明の第29の態様は、第1～3の何れ

かの態様において、前記圧電体層の長手方向両端部は、前記圧力発生室に対向する領域内にパターンニングされ、前記上電極は前記圧力発生室の幅方向に横断して連続的に形成されて共通電極となっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0067】かかる第29の態様では、層間絶縁膜及びコンタクトホールを必要とすることなく、配線を容易に引き出すことができる。

【0068】本発明の第30の態様は、第1～28の何れかの態様において、前記圧力発生室の幅方向両側の隔壁上には前記下電極と同一の層によって構成される残留部が設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0069】かかる第30の態様では、下電極を除去する面積が小さくなるため、圧電体層をパターンニングされた下電極上に略均一な膜厚で形成される。

【0070】本発明の第31の態様は、第30の態様において、前記圧電体能動部の一端部の外側には、前記下電極とは不連続の不連続下電極が設けられ、前記残留部が当該不連続下電極から連続的に延設されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0071】かかる第31の態様では、圧電素子を構成する下電極と残留部との間隔を狭くすることができ、圧電体層がより確実に均一な膜厚で形成される。

【0072】本発明の第32の態様は、第30の態様において、前記残留部が前記圧電素子を構成する前記下電極と連続的に設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0073】かかる第32の態様では、圧電素子を構成する下電極と残留部との間隔を比較的狭くすることができ、圧電体層が均一な膜厚で形成される。

【0074】本発明の第33の態様は、第30～32の何れかの態様において、前記下電極の幅方向端面と前記残留部の幅方向端面との間隔が、前記圧電体層の厚さよりも広く且つ前記下電極の幅よりも狭いことを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0075】かかる第33の態様では、圧電体層の幅方向の膜厚が略均一となり、圧電特性を低下させることがない。

【0076】本発明の第34の態様は、第30～33の何れかの態様において、前記下電極が周壁上まで延設される前記圧力発生室の端部近傍に前記圧電体層の長手方向端部が存在し、当該端部から外側へ延設された前記下電極が幅広となるまでの距離が、前記圧電体層の厚さよりも広く且つ前記下電極の幅よりも狭いことを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0077】かかる第34の態様では、圧力発生室の長手方向端部近傍の圧電体層の膜厚が均一となり、圧電体層をパターンニングしてもその下側の下電極が薄くなることがない。



【0078】本発明の第35の態様は、第30～34の何れかの態様において、前記残留部の幅が、隣接する圧力発生室間の隔壁の幅の50%以上であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0079】かかる第35の態様では、残留部を所定幅で形成することにより、圧電体層の膜厚が、より確実に均一な膜厚で形成される。

【0080】本発明の第36の態様は、第30～35の何れかの態様において、前記下電極及び前記残留部が、並設された複数の前記圧力発生室及びその幅方向両側の隔壁に対応する領域の50%以上の幅の領域に形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0081】かかる第36の態様では、下電極及び残留部を所定の大きさとするすることにより、圧電体層の膜厚が確実に均一となる。

【0082】本発明の第37の態様は、第30～34の何れかの態様において、前記下電極及び前記残留部が、前記流路形成基板の全面積の50%以上の領域に形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0083】かかる第37の態様では、下電極及び残留部を所定の大きさとするすることにより、圧電体層の膜厚が確実に均一となる。

【0084】本発明の第38の態様は、第1～37の何れかの態様において、前記圧電体層の結晶組織が前記下電極上と前記絶縁層上とで略同一であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0085】かかる第38の態様では、絶縁層上に形成される圧電体層の結晶状態が下電極上に形成される圧電体層と同一の結晶状態となるため、クラックが発生せず、パターン境界で異常な応力も発生しない。

【0086】本発明の第39の態様は、第38の態様において、前記絶縁層の表面に前記圧電体層の結晶の核となる結晶種が形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0087】かかる第39の態様では、結晶種により圧電体層の結晶構造が一方向に配向して略一様に形成され、クラック等の発生が防止される。

【0088】本発明の第40の態様は、第39の態様において、前記結晶種が島状に形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0089】かかる第40の態様では、島状の結晶種から圧電体層の結晶が成長する。

【0090】本発明の第41の態様は、第17～40の何れかの態様において、前記下電極の端部の外側には、第2の絶縁層が設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0091】かかる第41の態様では、下電極の端部近傍の圧電体層の膜厚が薄くなることなく、圧電体層の

電界集中による絶縁破壊が防止される。

【0092】本発明の第42の態様は、第41の態様において、前記第2の絶縁層が前記下電極と略同一の膜厚を有することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0093】かかる第42の態様では、下電極と第2の絶縁層との段差が小さく、これらの上に膜厚が略均一の圧電体層を形成することができる。

【0094】本発明の第43の態様は、第41又は42の態様において、前記第2の絶縁層が前記絶縁層とは異なる絶縁材料からなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0095】かかる第43の態様では、第2の絶縁層は、絶縁材料の種類を問わず、機能を発揮する。

【0096】本発明の第44の態様は、第17～40の何れかの態様において、前記下電極の端部の外側の前記絶縁層に厚膜部が設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0097】かかる第44の態様では、下電極の端部近傍の圧電体層の膜厚が薄くなることのないため、圧電体層の電界集中による絶縁破壊を防止できる。

【0098】本発明の第45の態様は、第44の態様において、前記厚膜部が前記下電極と略同一の膜厚であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0099】かかる第45の態様では、下電極と厚膜部との段差が小さく、これらの上に膜厚が略均一の圧電体層を形成することができる。

【0100】本発明の第46の態様は、第17～40の何れかの態様において、前記下電極の端部には前記圧電体層の端部の外側に向かって前記下電極の膜厚が漸小する膜厚漸小部が設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0101】かかる第46の態様では、下電極の端部に膜厚漸小部が設けられているため、下電極の端部近傍に形成される圧電体層の膜厚が薄くなることなく、圧電体層の端部近傍での絶縁破壊が防止される。

【0102】本発明の第47の態様は、第46の態様において、前記膜厚漸小部は、前記下電極の膜厚が連続的に漸小する傾斜面となっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0103】かかる第47の態様では、圧電体層が膜厚漸小部の傾斜面に沿って形成されて、圧電体層の端部の圧電体層の膜厚が薄くなることはない。

【0104】本発明の第48の態様は、第46の態様において、前記膜厚漸小部は、前記下電極の膜厚が階段状に漸小していることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0105】かかる第48の態様では、圧電体層が膜厚漸小部の形状に沿って形成されて、他の部分と略同一の膜厚となる。



【0106】本発明の第49の態様は、第46の態様において、前記膜厚漸小部は、前記下電極の膜厚が連続的に漸小する傾斜曲面となっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0107】かかる第49の態様では、圧電体層が膜厚漸小部の形状に沿って形成されて、他の部分と略同一の膜厚となる。

【0108】本発明の第50の態様は、第46～49の何れかの態様において、前記膜厚漸小部上に形成される前記圧電体層の膜厚が、他の部分の膜厚よりも厚いことを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0109】かかる第50の態様では、圧電体能動部の端部近傍での圧電体層の電界集中がなく、絶縁破壊が防止される。

【0110】本発明の第51の態様は、第17～50の何れかの態様において、前記圧電体能動部の一端部とは反対側の他端部が、前記一端部と同様の構造を有することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0111】かかる第51の態様では、圧電体能動部の一端部と同様に、他端部も破壊が防止される。

【0112】本発明の第52の態様は、第17～50の何れかの態様において、前記圧電体能動部の他端部は、前記圧電体層及び前記上電極の端部により形成され、この圧電体能動部の端部は、前記圧電体層とは不連続の不連続圧電体層によって覆われていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0113】かかる第52の態様では、圧電体能動部の端部が不連続圧電体層によって保護され、圧電体層及び上電極の剥離等が防止される。

【0114】本発明の第53の態様は、第17～50の何れかの態様において、前記圧電体能動部の他端部は、前記圧電体層及び前記上電極の端部により形成され、この圧電体能動部の端部は、接着剤によって固定されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0115】かかる第53の態様では、圧電体能動部の端部が固定され、圧電体層及び上電極の剥離等が防止される。

【0116】本発明の第54の態様は、第1～53の何れかの態様において、前記圧力発生室がシリコン単結晶基板に異方性エッチングにより形成され、前記下電極、圧電体層、上電極の各層が成膜及びリソグラフィ法により形成されたものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0117】かかる第54の態様では、高密度のノズル開口を有するインクジェット式記録ヘッドを大量に且つ比較的容易に製造することができる。

【0118】本発明の第55の態様は、第1～54の何れかの態様のインクジェット式記録ヘッドを具備することを特徴とするインクジェット式記録装置にある。

【0119】かかる第55の態様では、ヘッドの駆動効率が向上され、インク吐出を良好に行うことができるインクジェット式記録装置を実現することができる。

【0120】

【発明の実施の形態】以下に本発明を実施形態に基づいて詳細に説明する。

【0121】（実施形態1）図1は、本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドを示す分解斜視図であり、図2は、平面図及びその1つの圧力発生室の長手方向における断面構造を示す図である。

【0122】図示するように、流路形成基板10は、本実施形態では面方位（110）のシリコン単結晶基板からなる。流路形成基板10としては、通常、150～300 $\mu$ m程度の厚さのものが用いられ、望ましくは180～280 $\mu$ m程度、より望ましくは220 $\mu$ m程度の厚さのものが好適である。これは、隣接する圧力発生室間の隔壁の剛性を保ちつつ、配列密度を高くできるからである。

【0123】流路形成基板10の一方の面は開口面となり、他方の面には予め熱酸化により形成した二酸化シリコンからなる、厚さ0.1～2 $\mu$ mの弾性膜50が形成されている。

【0124】一方、流路形成基板10の開口面には、シリコン単結晶基板を異方性エッチングすることにより、ノズル開口11、圧力発生室12が形成されている。

【0125】ここで、異方性エッチングは、シリコン単結晶基板をKOH等のアルカリ溶液に浸漬すると、徐々に侵食されて（110）面に垂直な第1の（111）面と、この第1の（111）面と約70度の角度をなし且つ上記（110）面と約35度の角度をなす第2の（111）面とが出現し、（110）面のエッチングレートと比較して（111）面のエッチングレートが約1/180であるという性質を利用して行われるものである。かかる異方性エッチングにより、二つの第1の（111）面と斜めの二つの第2の（111）面とで形成される平行四辺形状の深加工を基本として精密加工を行うことができ、圧力発生室12を高密度に配列することができる。

【0126】本実施形態では、各圧力発生室12の長辺を第1の（111）面で、短辺を第2の（111）面で形成している。この圧力発生室12は、流路形成基板10をほぼ貫通して弾性膜50に達するまでエッチングすることにより形成されている。なお、弾性膜50は、シリコン単結晶基板をエッチングするアルカリ溶液に侵される量がきわめて小さい。

【0127】一方、各圧力発生室12の一端に連通する各ノズル開口11は、圧力発生室12より幅狭で且つ浅く形成されている。すなわち、ノズル開口11は、シリコン単結晶基板を厚さ方向に途中までエッチング（ハーフエッチング）することにより形成されている。なお、

ハーフエッチングは、エッチング時間の調整により行われる。

【0128】ここで、インク滴吐出圧力をインクに与える圧力発生室12の大きさと、インク滴を吐出するノズル開口11の大きさととは、吐出するインク滴の量、吐出スピード、吐出周波数に応じて最適化される。例えば、1インチ当たり360個のインク滴を記録する場合、ノズル開口11は数十 $\mu\text{m}$ の溝幅で精度よく形成する必要がある。

【0129】また、各圧力発生室12と後述する共通インク室31とは、後述する封止板20の各圧力発生室12の一端部に対応する位置にそれぞれ形成されたインク供給連通口21を介して連通されており、インクはこのインク供給連通口21を介して共通インク室31から供給され、各圧力発生室12に分配される。

【0130】封止板20は、前述の各圧力発生室12に対応したインク供給連通口21が穿設された、厚さが例えば、0.1~1mmで、線膨張係数が300℃以下で、例えば $2.5 \sim 4.5 [\times 10^{-6} / ^\circ\text{C}]$ であるガラスセラミックスからなる。なお、インク供給連通口21は、図3(a)、(b)に示すように、各圧力発生室12のインク供給側端部の近傍を横断する一つのスリット孔21Aでも、あるいは複数のスリット孔21Bであってもよい。封止板20は、一方の面で流路形成基板10の一面を全面的に覆い、シリコン単結晶基板を衝撃や外力から保護する補強板の役目も果たす。また、封止板20は、他面で共通インク室31の一壁面を構成する。

【0131】共通インク室形成基板30は、共通インク室31の周壁を形成するものであり、ノズル開口数、インク滴吐出周波数に応じた適正な厚みのステンレス板を打ち抜いて作製されたものである。本実施形態では、共通インク室形成基板30の厚さは、0.2mmとしている。

【0132】インク室側板40は、ステンレス基板からなり、一方の面で共通インク室31の一壁面を構成するものである。また、インク室側板40には、他方の面の一部にハーフエッチングにより凹部40aを形成することにより薄肉壁41が形成され、さらに、外部からのインク供給を受けるインク導入口42が打抜き形成されている。なお、薄肉壁41は、インク滴吐出の際に発生するノズル開口11と反対側へ向かう圧力を吸収するためのもので、他の圧力発生室12に、共通インク室31を経由して不要な正又は負の圧力が加わるのを防止する。本実施形態では、インク導入口42と外部のインク供給手段との接続時等に必要な剛性を考慮して、インク室側板40を0.2mmとし、その一部を厚さ0.02mmの薄肉壁41としているが、ハーフエッチングによる薄肉壁41の形成を省略するために、インク室側板40の厚さを初めから0.02mmとしてもよい。

【0133】一方、流路形成基板10の開口面とは反対

側の弾性膜50の上には、厚さが例えば、0.1~2 $\mu\text{m}$ の絶縁膜55が形成され、さらに、この絶縁膜55上には、厚さが例えば、約0.2~0.5 $\mu\text{m}$ の下電極膜60と、厚さが例えば、約1 $\mu\text{m}$ の圧電体膜70と、厚さが例えば、約0.1 $\mu\text{m}$ の上電極膜80とが、後述するプロセスで積層形成されて、圧電素子300を構成している。ここで、圧電素子300は、下電極膜60、圧電体膜70、及び上電極膜80を含む部分をいう。一般的には、圧電素子300の何れか一方の電極を共通電極とし、他方の電極及び圧電体膜70を各圧力発生室12毎にパターンニングして構成する。そして、ここではパターンニングされた何れか一方の電極及び圧電体膜70から構成され、両電極への電圧の印加により圧電歪みが生じる部分を圧電体駆動部320という。本実施形態では、下電極膜60は圧電素子300の共通電極とし、上電極膜80を圧電素子300の個別電極としているが、駆動回路や配線の都合でこれを逆にしても支障はない。何れの場合においても、各圧力発生室毎に圧電体駆動部が形成されていることになる。また、ここでは、圧電素子300と当該圧電素子300の駆動により変位が生じる弾性膜とを合わせて圧電アクチュエータと称する。なお、本実施形態では、後述するように、下電極膜60がパターンニングされているため、弾性膜50及び絶縁膜55が振動板として作用する。

【0134】ここで、シリコン単結晶基板からなる流路形成基板10上に、圧電体膜70等を形成するプロセスを図4を参照しながら説明する。

【0135】図4(a)に示すように、まず、流路形成基板10となるシリコン単結晶基板のウェハを約1100℃の拡散炉で熱酸化して二酸化シリコンからなる弾性膜50を形成する。

【0136】次に、図4(b)に示すように、弾性膜50上に、絶縁膜55を形成する。この絶縁膜55は、圧電体膜70との密着性の良好な材料からなる密着性絶縁膜であることが好ましく、例えば、圧電体膜70の構成元素から選択される少なくとも一種の元素の酸化物又は窒化物で形成されることが好ましい。本実施形態では、弾性膜50上にジルコニウム層を形成後、例えば、500~1200℃の拡散炉で熱酸化して酸化ジルコニウムからなる絶縁膜55とした。

【0137】次に、図4(c)に示すように、スパッタリングで下電極膜60を形成し、圧力発生室12に対応する領域に、少なくとも幅方向両側の端部が圧力発生室12に対向する領域内に位置するようにパターンニングする。この下電極膜60の材料としては、白金等が好適である。これは、スパッタリング法やゾルゲル法で成膜する後述の圧電体膜70は、成膜後に大気雰囲気下又は酸素雰囲気下で600~1000℃程度の温度で焼成して結晶化させる必要があるからである。すなわち、下電極膜60の材料は、このような高温、酸化雰囲気下で導

電性を保持できなければならず、殊に、圧電体膜70としてチタン酸ジルコン酸鉛(PZT)を用いた場合には、酸化鉛の拡散による導電性の変化が少ないことが望ましく、これらの理由から白金が好適である。

【0138】次に、図4(d)に示すように、圧電体膜70を成膜する。本実施形態では、金属有機物を触媒に溶解・分散したいわゆるゾルを塗布乾燥してゲル化し、さらに高温で焼成することで金属酸化物からなる圧電体膜70を得る、いわゆるゾルーゲル法を用いて形成した。圧電体膜70の材料としては、チタン酸ジルコン酸鉛(PZT)系の材料がインクジェット式記録ヘッドに使用する場合には好適である。なお、この圧電体膜70の成膜方法は、特に限定されず、例えば、スパッタリング法で形成してもよい。

【0139】さらに、ゾルーゲル法又はスパッタリング法等によりチタン酸ジルコン酸鉛の前駆体膜を形成後、アルカリ水溶液中での高圧処理法にて低温で結晶成長させる方法を用いてもよい。

【0140】何れにしても、このように成膜された圧電体膜70は、バルクの圧電体とは異なり結晶が優先配向しており、且つ本実施形態では、圧電体膜70は、結晶が柱状に形成されている。なお、優先配向とは、結晶の配向方向が無秩序ではなく、特定の結晶面がほぼ一定の方向に向いている状態をいう。また、結晶が柱状の薄膜とは、略円柱体の結晶が中心軸を厚さ方向に略一致させた状態で面方向に亘って集合して薄膜を形成している状態をいう。勿論、優先配向した粒状の結晶で形成された薄膜であってもよい。なお、このように薄膜工程で製造された圧電体膜の厚さは、一般的に0.5〜5 $\mu$ mである。

【0141】次に、図4(e)に示すように、上電極膜80を成膜する。上電極膜80は、導電性の高い材料であればよく、アルミニウム、金、ニッケル、白金等の多くの金属や、導電性酸化物等を使用できる。本実施形態では、白金をスパッタリングにより成膜している。

【0142】その後、図5に示すように、圧電体膜70及び上電極膜80を一括してエッチングして全体パターン及び圧電体駆動部320のパターニングを行う。本実施形態では、圧電体膜70が少なくとも下電極膜60の幅方向両端の側面を覆い且つ圧電体膜70の幅方向両端が圧力発生室12に対向する領域内に位置するようにパターニングされる。

【0143】このように形成した本実施形態のインクジェット式記録ヘッドの要部を示す平面図及び断面図を図6に示す。

【0144】本実施形態のインクジェット式記録ヘッドは、図6(a)に示すように、下電極膜60、圧電体膜70及び上電極膜80からなる圧電素子300が圧力発生室12に対向する領域に設けられ、圧力発生室12に対向する領域で且つ周壁に接触しない領域に、圧電体膜

70及び上電極膜80からなる圧電体駆動部320が形成されている。本実施形態では下電極膜60をパターニングしてあるため、従来の圧電体膜形成時に下電極膜がパターニングされていない構造に比べて、圧力発生室を形成した後の下電極膜の応力緩和量が少なく、初期撓み量を低減できる。

【0145】また、圧電体駆動部320の一方の電極となる下電極膜60は、長手方向一端部から圧力発生室12の周壁上に延設され、各圧電素子300から延設された下電極膜60と周壁上で連結されて、各圧電素子300の共通電極となっており、図示しないが端部近傍で外部配線と接続されている。

【0146】また、他方側の電極となる上電極膜80は、圧電体膜70と共に各圧力発生室12の長手方向一端部、本実施形態では、下電極膜60の延設方向とは反対側の端部から周壁上に延設され、各圧電体駆動部320毎に電圧が印加できるように、図示しないが上電極膜80の端部近傍に外部配線が接続されている。

【0147】このように本実施形態では、下電極膜60と上電極膜80とが、長手方向端部から反対方向に周壁上まで延設されているため、層間絶縁膜及びコンタクトホールを用いることなく配線を引き出すことができ、変位効率及び耐久性を向上することができる。

【0148】また、このような下電極膜60は、図6(b)に示すように、幅方向両端部が圧力発生室12に対向する領域内に位置するように形成され、下電極膜60の幅方向両端部が圧電体膜70により覆われている。また、この下電極膜60の幅方向両端部を覆う圧電体膜70と絶縁膜55との接触面は密着するように形成されている。

【0149】このように、駆動中に振動される下電極膜60の両側面は完全に圧電体膜70で覆われているので、絶縁耐圧が向上し、圧電体膜70の絶縁破壊を防止することができる。特に、本実施形態では、圧電体膜70が薄膜工程で製造されているため膜厚が薄く絶縁耐圧が低い、このような構成により絶縁耐圧が著しく向上し、圧電体膜70の絶縁破壊を確実に防止することができる。また、圧電体膜70と絶縁膜55とが完全に密着されているので、振動板の初期撓み量が低減される。

【0150】さらに、上電極膜80は、この圧電体膜70の上に、上電極膜80の幅 $W_{TE}$ と、下電極膜60の幅 $W_{BE}$ 及び圧電体膜70の厚み $T$ との関係が

$$(W_{BE} - 5T) < W_{TE} < (W_{BE} + 5T)$$

となるように形成されている。このような構成では、上電極膜80と下電極膜60との間に電圧を印加した際の電界が圧電体膜70に有効に作用し、圧電体駆動部320を有効に駆動することができる。

【0151】また、本実施形態では、絶縁膜55を密着性絶縁膜のみの一層で構成するようにしたが、これに限定されず、例えば、二層以上の複数層で構成するように

してもよいが、この場合には、最上層を密着性絶縁膜とすることが好ましい。また、勿論、密着性絶縁層を複数層で構成するようにしてもよいことは言うまでもない。

【0152】以上説明した一連の膜形成及び異方性エッチングによって、一枚のウェハ上に多数のチップを同時に形成し、プロセス終了後、図1に示すような一つのチップサイズの流路形成基板10毎に分割する。また、分割した流路形成基板10を、封止板20、共通インク室形成基板30、及びインク室側板40と順次接着して一体化し、インクジェット式記録ヘッドとする。

【0153】このように構成したインクジェットヘッドは、図示しない外部インク供給手段と接続したインク導入口42からインクを取り込み、共通インク室31からノズル開口11に至るまで内部をインクで満たした後、図示しない外部の駆動回路からの記録信号に従い、下電極膜60と上電極膜80との間に電圧を印加し、弾性膜50、絶縁膜55、下電極膜60及び圧電体膜70をたわみ変形させることにより、圧力発生室12内の圧力が高まりノズル開口11からインク滴が吐出する。

【0154】なお、本実施形態では、下電極膜60を圧力発生室12の長手方向端部から周壁上に延設するようにしたが、これに限定されず、例えば、図7に示すように、下電極膜60の圧力発生室12と周壁との境界部分に対応する領域に、圧力発生室12よりも幅の広い幅広部60aを設け、圧力発生室12と周壁との境界部に対応する領域を下電極膜60で覆うようにしてもよい。なお、本実施形態では、幅広部60aによって隣接する圧電素子300の下電極膜が連結された構造となっている。

【0155】また、本実施形態では、下電極膜60を共通電極として、上電極膜80及び下電極膜60を長手方向の逆の端部から延設するようにしたが、これに限定されない。

【0156】例えば、図8(a)に示すように、上電極膜80を共通電極として、上述の実施形態同様、上電極膜80と下電極膜60とをそれぞれを長手方向の反対側の端部から周壁上に延設するようにしてもよい。

【0157】また、例えば、図8(b)に示すように、共通電極となる、例えば、下電極膜60を圧力発生室12の長手方向端部から幅方向外側の周壁上に延設するようにしてもよい。このとき、下電極膜60が圧力発生室12の端部を横切る位置は、圧力発生室12の長手方向端部から幅の寸法以内であることが好ましい。これは、圧電体膜70の駆動による変形を妨げないためである。なお、このような構成の場合には、上電極膜80と下電極膜60との間に電圧を印加することにより、圧力発生室12に対向する領域の上電極膜80と下電極膜60とに挟まれた領域の圧電体膜70が駆動されることになる。これらの構成によっても、上述と同様の効果を得ることができる。また、圧力発生室12に対向する領

域内の圧電体膜70のみが、実際には駆動されるため、変位効率を向上することができる。

【0158】また、例えば、図8(c)に示すように、上電極膜80と下電極膜60とを同一長手方向端部から周壁上に延設するようにしてもよい。この場合には、圧力発生室12に対向する領域の圧電体膜70を構成する下電極膜60、上電極膜80及び圧電体膜70が周壁に対向する領域まで連続的に延設されることになるが、他の点では、上述の実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0159】さらに、例えば、図9に示すように、下電極膜60を個別電極として、各圧電体膜70毎に長手方向一端部から圧力発生室12の周壁上に延設し、上電極膜80を幅方向に並設された圧電体膜70の上に連続して形成して、各圧電体膜70の共通電極としてもよい。なお、この構成は、圧電体膜70をパターニング後に上電極膜80を成膜し、その後、上電極膜80のみをパターニングすることにより形成することができる。この構成によっても、上述と同様の効果を得ることができる。また、上電極膜80を幅方向に並設された圧電体膜70に連続して形成することにより、圧電体膜70の幅方向両側のいわゆる振動板腕部に対向する領域にも形成されることになり、腕部の強度が向上される。

【0160】(実施形態2) 図10は、実施形態2に係るインクジェット式記録ヘッドの要部断面図である。

【0161】本実施形態は、図10に示すように、下電極膜60が形成されている領域の下側に他の領域よりも膜厚が厚い絶縁厚膜部55aを形成するようにした以外は、実施形態1と同様である。このような構成によっても、実施形態1と同様の効果が得られる。また、圧電体膜70が、前記圧電素子300の駆動による変位の中立軸から離れて位置するため、変位効率が向上され、排除体積を向上することができる。

【0162】ここで、本実施形態の成膜プロセスを図11を参照しながら説明する。流路形成基板10上に、弾性膜50、絶縁膜55及び下電極膜60を形成するプロセスは、実施形態1と同様である。この後、図11

(a)に示すように、下電極膜60と絶縁膜55とをエッチングすることによりパターニングする。このとき、絶縁膜55を厚さ方向に途中までエッチング(ハーフエッチング)する。すなわち、下電極膜60が存在しない領域の膜厚を薄くして絶縁薄膜部55bとすることにより、下電極膜60が存在する領域の下側に他の部分よりも膜厚の厚い絶縁厚膜部55aを形成することができる。

【0163】次に、図11(b)、(c)に示すように、圧電体膜70及び、上電極膜80を成膜する。

【0164】その後、図11(d)に示すように、圧電体膜70及び上電極膜80をエッチングして全体パター

ン及び圧電体能動部320のパターニングを行う。なお、この後の工程は実施形態1と同様である。

【0165】(実施形態3) 図12は、実施形態3に係るインクジェット式記録ヘッドの要部を示す断面図である。

【0166】本実施形態は、図12に示すように、圧力発生室12に対応する領域に、弾性膜50を除去した弾性膜除去部350を設け、絶縁膜55及び下電極膜60で振動板を構成するようにした以外は、実施形態1と同様である。

【0167】この弾性膜除去部350の形成方法は、特に限定されず、例えば、圧力発生室12を形成後に、エッチング等により形成すればよい。

【0168】このような構成によっても、実施形態1と同様の効果が得られる。また、弾性膜除去部350を設けたことにより、振動板の腕部が絶縁膜55のみで構成されるため、圧電体能動部320の駆動による振動板の変位効率が向上され、排除体積を向上することができる。

【0169】なお、本実施形態では、弾性膜50に、圧力発生室12を形成後に弾性膜除去部350を設けるようにしたが、これに限定されず、例えば、最初から弾性膜50を設けずに、絶縁膜55を流路形成基板10上に直接形成し、絶縁膜55のみで振動板を構成するようにしてもよい。また、実施形態2のように絶縁膜55の下電極膜60に対向する領域の膜厚を他の部分よりも厚くしてもよいことは言うまでもない。

【0170】(実施形態4) 図13は、実施形態4に係るインクジェット式記録ヘッドの要部を示す平面図及び断面図である。

【0171】本実施形態は、図13に示すように、圧電体膜70を圧力発生室12に対向する領域から幅方向両側の隔壁に対向する領域まで連続的に設けるようにした以外は、実施形態1と同様である。

【0172】すなわち、本実施形態では、圧力発生室に対向する領域に、下電極膜60、圧電体厚膜部70a及び上電極膜80からなる圧電体能動部320が設けられ、圧電体能動部320の幅方向両側には圧電体厚膜部70aよりも厚さの薄い圧電体薄膜部70bが連続的に圧力発生室12に対向する領域の外側まで延設されている。

【0173】このような構成により、駆動中に振動される下電極膜60の両側面は確実に圧電体膜70で覆われているので、絶縁耐圧が著しく向上する。また、圧電体膜70bと絶縁膜55とが完全に密着されているので、振動板の初期撓み量が低減される。

【0174】また、本実施形態のように、圧電体膜70を圧力発生室12から周壁上まで連続的に形成する場合には、圧電体膜70の結晶組織が下電極膜60上と絶縁膜55上とで同じであることが好ましい。そのため、本

実施形態では、圧電体膜70を以下のように形成するようにした。

【0175】すなわち、本実施形態では、図14(a)に示すように、圧電体膜70の成膜の前に、下電極膜60及び絶縁膜55上にチタン又は酸化チタンからなる結晶種75をスパッタ法により島状に形成した後、図14(b)に示すように、未結晶の圧電体前駆体層71を成膜し、その後、図14(c)に示すように、焼成することにより結晶化させて圧電体膜70とする。

【0176】白金などの下電極膜60上に圧電体膜70を形成する場合に結晶種を形成して結晶を略一方向に配向させる技術は、先に出願している。しかしながら、本実施形態のように、下電極膜60をパターニングした後、圧電体膜70を成膜するという特殊な構造においては、下電極膜60上に予め結晶種が形成されていても、絶縁膜55上では、異なる結晶構造となり、クラックが発生しやすいという問題が発生した。そこで、本実施形態では、絶縁膜55上にも結晶種75を形成することにより、下電極膜60及び絶縁膜55上で圧電体膜70の結晶構造を略同じとし、これによりクラックの発生及び異常な応力の発生を防止する。なお、絶縁膜55上の結晶種は、下電極膜60をパターニングした後、同時に形成してもよく、または、下電極膜60上の結晶種を形成し、さらにパターニングした後、絶縁膜55上だけ別途行ってもよい。また、本実施形態では、結晶種を島状に形成したが、これに限定されず、例えば、膜状に形成するようにしてもよい。

【0177】また、本実施形態では、上述の実施形態と同様に、圧電体能動部320の一方の電極となる下電極膜60が、長手方向一端部から圧力発生室12の周壁上に延設され、各圧電体能動部320から延設された下電極膜60が周壁上で連結されて、各圧電体能動部320の共通電極となっており、共通部分60bの端部近傍の実装部60cで図示しないが外部配線と接続されている。

【0178】ここで、本実施形態ではゾルーゲル法を用いて圧電体膜を成膜しているため、エッチング前の圧電体膜70の表面の段差が小さく形成され、エッチング後に圧電体薄膜部70bになる領域の圧電体膜70は比較的厚くなる。したがって、圧電体層70を圧力発生室12に対向する領域内にパターニングしようとする、共通部分の露出は別工程としなければならないが、圧電体薄膜部70bを形成することにより、共通部分の実装部60cの露出も同時に行うことができる。

【0179】(実施形態5) 図15は、実施形態5に係るインクジェット式記録ヘッドの要部平面図及び断面図である。

【0180】本実施形態は、図15に示すように、圧力発生室12の端部と周壁との境界に対向する領域の圧電体膜70の下側に、下電極膜60とは不連続の不連続下

電極61を設けた例である。すなわち、本実施形態では、圧力発生室12の圧電体膜70及び上電極膜80が延設される側の端部近傍には、下電極膜60が除去された下電極膜除去部330が、例えば、本実施形態では、圧力発生室12の形状に沿ってその並設方向に細溝状に設けられ、圧力発生室12の端部と周壁との境界部分の下電極膜が、圧電体膜70の下電極膜60とは不連続な不連続下電極膜61となっている。

【0181】また、本実施形態では、不連続下電極膜61の外側の周壁には、下電極膜60を各圧電体膜70の下電極膜60毎に独立してパターンニングすることにより、各圧電体膜70の下電極膜60の配線として用いられる配線用下電極膜62が設けられている。そして、圧電体膜70及び上電極膜80は不連続下電極膜61上を介して配線用下電極膜62上まで延設され、リード電極100によって上電極膜80と配線用下電極膜62とが接続されている。なお、本実施形態では、弾性膜50上に絶縁膜55を設けずに、弾性膜50上に、直接、下電極膜60が形成されている。

【0182】ここで、下電極膜60と不連続下電極膜61とを分離する下電極膜除去部330の幅は、少なくとも下電極膜60と不連続下電極膜61との絶縁強度を保持可能な幅とする必要があるが、できるだけ狭い幅として振動板の剛性を保持することが好ましい。

【0183】また、このような構成では、不連続下電極膜61は、他の何れにも電気的に接続されないフローティング電極となり、下電極膜60上に存在する圧電体膜70及び上電極膜80が実質的な駆動部となる圧電体膜70を構成し、不連続下電極膜61上の圧電体膜70及び上電極膜80は強く駆動されることがない。

【0184】したがって、圧力発生室12と周壁との境界部分は、圧電体膜70への電圧印加によっても強く駆動されることがないため、圧力発生室12の長手方向端部での振動板の剛性が高く、この部分での振動板の破壊あるいは圧電体膜70の破壊等を防止することができる。

【0185】なお、本実施形態では、不連続下電極膜61を複数の圧力発生室12の並設方向に亘って形成するようにしたが、これに限定されず、例えば、図16に示すように、各圧電体膜70の下電極膜60毎に分離するようにしてもよい。これにより、不連続下電極膜61上の圧電体膜70及び上電極膜80が完全に駆動されることがなく、振動板又は圧電体膜70の破壊等をより確実に防止することができる。

【0186】また、本実施形態では、不連続下電極膜61を、他の部分とは電気的に接続されることがないフローティング電極としたが、これに限定されず、例えば、充電される時定数が圧電体膜70の駆動パルスよりも大きくなるように、所定の抵抗値の抵抗を介して電極層と接続するようにしてもよい。

【0187】(実施形態6)図17は、実施形態6に係るインクジェット式記録ヘッドの要部平面図及び断面図である。

【0188】本実施形態は、図17に示すように、圧力発生室12の幅方向の隔壁上に、下電極膜60と同一層で構成される残留部63を設けた例であり、この残留部63は、本実施形態では、圧電体膜70の下電極膜60と連続的に圧力発生室12の長手方向に亘って設けられている。すなわち、圧力発生室12の幅方向両側の隔壁との境界に対向する領域に下電極膜60を除去した下電極膜除去部330を設けることにより、隔壁に対向する領域に残留部63が形成されている。

【0189】ここで、下電極膜60の幅方向の端部側面と残留部63の幅方向の端部側面との間隔 $h_1$ 、及び圧電体膜70の長手方向端部の側面と周壁上に延設された下電極膜60が幅広となるまでの間隔 $h_2$ は、それぞれ、圧電体膜70の膜厚より広く、且つ下電極膜60の幅よりも狭いことが好ましい。

【0190】また、残留部63の幅は、隔壁の幅の50%以上であることが好ましく、さらに好ましくは、80%以上である。さらには、並設された複数の圧力発生室12及びその幅方向両側の隔壁に対向する領域の少なくとも50%以上の領域に下電極膜60又は残留部63が形成されていることが好ましい。

【0191】また、本実施形態では、圧力発生室12の圧電体膜70及び上電極膜80が延設される側の端部近傍で、下電極膜60が圧力発生室12の並設方向に亘って細溝状に除去された下電極膜除去部330によって分離され、圧力発生室12の周壁に対向する領域の下電極膜が、圧電体膜70を構成する下電極膜60とは不連続な不連続下電極膜61となっている。そして、この不連続下電極膜61上に、圧電体膜70及び上電極膜80が延設され、図示しないがその端部近傍で上電極膜80と外部配線とが接続されている。

【0192】このように本実施形態では、圧力発生室12の幅方向両側の隔壁に対向する領域に残留部63を、好ましくは上述した条件下で設けるようにしたので、下電極膜60が除去される領域が非常に少なく、パターンニングされた下電極膜60上に圧電体膜70を成膜しても、圧電体膜70の膜厚が全体的に略均一となり局部的に圧電体膜70の膜厚が薄くなることがない。

【0193】また、圧電体膜70の長手方向端部の側面と周壁上に延設された下電極膜60が幅広となる間での距離を比較的狭くしているため、圧力発生室12の長手方向端部近傍でも圧電体膜70の膜厚が均一となる。これにより、圧力発生室12の下電極膜60を引き出す側の端部近傍の圧電体膜70をイオンミリング等の選択性のないエッチング方法でエッチングする場合にも、圧電体膜70の下側の下電極膜60と一緒に除去されて膜厚が薄くなることがない。したがって、圧力発生室12の



端部近傍の下電極膜60の剛性が低下することがなく耐久性が向上する。また、このような効果は、上述のように圧電体膜70をゾルゲル法等のスピンコート法で形成した場合に特に顕著であり、その他に、例えば、MOD法(有機金属熱塗布分解法)等で形成するようにしてもよい。

【0194】(実施形態7)図18は、実施形態7に係るインクジェット式記録ヘッドの要部平面図である。

【0195】本実施形態では、図18に示すように、圧力発生室12の幅方向の隔壁上に設けられる残留部63が、圧電体能動部320を構成する下電極膜60ではなく、不連続下電極膜61と連続的に設けられている以外、実施形態6と同様である。

【0196】このような構成によっても、圧電体膜70の膜厚が薄くなることなく、実施形態6と同様の効果を得ることができる。

【0197】なお、実施形態6及び実施形態7では、残留部63が圧電素子300を構成する下電極膜60又は不連続下電極膜61と連続的に設けられているが、これに限定されず、例えば、残留部63を独立して設けるようにしてもよい。

【0198】また、残留部63は常に残されているが、これに限定されず、圧電素子300の形成後であれば、残留部63を除去するようにしてもよい。このような構成でも、圧電体膜70の膜厚は略均一に形成されるため、勿論、上述同様の効果が得られる。

【0199】(実施形態8)図19は、実施形態8に係るインクジェット式記録ヘッドの要部平面図及び断面図である。

【0200】図19に示すように、本実施形態では、圧電体能動部320を構成する下電極膜60の端部に、圧電体能動部320の外側に向かって下電極膜60の膜厚が漸小する膜厚漸小部64を設けた例である。また、この膜厚漸小部64の形状は、特に限定されないが、例えば、本実施形態では、下電極膜60の膜厚が連続的に漸小する傾斜面となっている。

【0201】なお、本実施形態では、厚膜漸小部64の外側の周壁には、下電極膜60を各圧電体能動部320毎に独立してパターンニングすることにより、各圧電体能動部320の配線として用いられる配線用下電極膜62が設けられており、圧電体膜70及び上電極膜80は圧力発生室12に対向する領域でパターンニングされて、上電極膜80と配線用下電極膜62とがリード電極100によって接続されている。

【0202】このような本実施形態の構成では、圧電体能動部320の端部となる下電極膜60の端部に、圧電体能動部320の外側に向かって膜厚が漸小する膜厚漸小部64が設けられているので、この膜厚漸小部64を含む下電極膜60上に圧電体膜70を成膜すると、下電極膜60の形状に沿って形成されて全体の膜厚が略均一

となる。すなわち、下電極膜60の端部での圧電体膜70の膜厚が薄くなることなく、圧電体能動部320の端部近傍での圧電体膜70の電界集中等による絶縁破壊を形成することができる。

【0203】なお、本実施形態では、膜厚漸小部64を膜厚が連続的に漸小する傾斜面とするようにしたが、これに限定されず、例えば、図20(a)に示すように、膜厚漸小部64Aを、膜厚が間欠的に漸小して断面が略階段状とするようにしてもよい。このような膜厚漸小部64Aの形成方法も、特に限定されず、例えば、下電極膜60上に、レジストを複数回塗布して下電極膜60の膜厚漸小部64Aとなる領域に膜厚漸小部64Aと略同一の階段状のレジスト膜を形成後、下電極膜60をパターンニングすることにより形成することができる。

【0204】また、例えば、図20(b)に示すように、断面が傾斜曲面で構成される膜厚漸小部64Bとしてもよい。このような膜厚漸小部64Bの形成方法も特に限定されず、例えば、弾性膜50上の下電極膜60を形成しない領域及び膜厚漸小部64Bとなる領域をマスクで覆い、いわゆるマスク蒸着によって下電極膜60を成膜することにより形成される。すなわち、下電極膜60が、マスクで覆った領域の一部にも、マスクの隙間から回り込んで形成され断面が傾斜曲面の膜厚漸小部64Bとなる。また、勿論上述のように、下電極膜60上に膜厚漸小部64Bと略同一形状のレジスト膜を形成後、下電極膜60をパターンニングすることにより形成することができる。

【0205】また、本実施形態では、圧電体膜70は、何れにしても下電極膜60上に均一な厚さで形成されているが、これに限定されず、例えば、圧電体膜70は、その表面が略平面となっていてよい。すなわち、厚膜漸小部64Bに対向する領域の圧電体膜70は、他の領域の膜厚よりも実質的に厚くなっているとしてもよく、この場合、圧電体能動部320の端部近傍での圧電体膜70の電界集中が抑えられ、絶縁破壊が防止される。

【0206】また、本実施形態では、圧電体膜70及び上電極膜80を圧力発生室12に対向する領域でパターンニングするようにしたが、勿論、配線用下電極膜62上まで延設するようにしてもよい。

【0207】さらに、本実施形態では、リード電極100を介して上電極膜80と配線用下電極膜62とを接続するようにしたが、これに限定されず、例えば、圧電体膜70及び上電極膜80を配線用下電極膜62上まで延設して、上電極膜80と配線用下電極膜62とを直接接続するようにしてもよい。

【0208】(実施形態9)図21は、実施形態9に係るインクジェット式記録ヘッドの要部平面図及び断面図である。

【0209】本実施形態は、下電極膜60の長手方向外側に絶縁材料からなる絶縁膜を設けた例である。すなわ

ち、本実施形態では、図21に示すように、圧力発生室12に対向する領域の弾性膜50上に下電極膜60、圧電体膜70及び上電極膜80からなる圧電体能動部320が形成されており、圧電体能動部320の端部である下電極膜60の端部の外側に、例えば、下電極膜60の膜厚と略同一の膜厚を有する第2の絶縁膜65を形成するようにした以外は、実施形態8と同様である。なお、この第2の絶縁膜65の材料は、特に限定されず、例えば、絶縁膜55とは異なる絶縁材料であってもよい。

【0210】また、本実施形態では、下電極膜60をパターンニング後、その長手方向一端部外側に設けられた下電極膜除去部330に第2の絶縁膜65を形成し、その上に、圧電体膜70及び上電極膜80を成膜及びパターンニングして圧電体能動部320を形成するようにした。これにより、下電極膜60の端部で圧電体膜70の膜厚が薄くなることがなく、この部分での圧電体膜70の電界集中等による絶縁破壊を防止することができる。また、このような構成においても、勿論、上述の実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0211】(実施形態10) 図22は、実施形態10に係るインクジェット式記録ヘッドの要部平面図及び断面図である。

【0212】本実施形態は、図22に示すように、圧電体能動部320の端部である下電極膜60の端部の外側に第2の絶縁膜65の代わりに、弾性膜50の膜厚が他の部分よりも厚い、例えば、本実施形態では、下電極膜60とほぼ同一の高さとなる厚膜部51を設けるようにした以外は、実施形態9と同様である。

【0213】また、本実施形態では、弾性膜50をパターンニングして所定位置に厚膜部51を形成後、圧電体膜70及び上電極膜80を成膜及びパターンニングして圧電体能動部320を形成するようにした。これにより、下電極膜60の端部に対応する領域の圧電体膜70の膜厚が他の部分より薄くなることがなく、この部分での圧電体膜70の電界集中等による絶縁破壊を形成することができる。また、このような構成においても、上述の実施形態と同様の効果が得られる。

【0214】(実施形態11) 図23は、実施形態11に係るインクジェット式記録ヘッドの要部平面図及び断面図である。

【0215】本実施形態は、図23に示すように、下電極膜60の端部よりも内側に上電極膜80の端部を形成した例であり、この上電極膜80の端部が圧電体能動部320の端部となっている。また、例えば、本実施形態では、圧電体膜70の端部は下電極膜60の端部と略同一位置であり上電極膜80の端部よりも外側に突出した下電極膜60上にも圧電体膜70は形成されているが、この部分は実質的に駆動されない圧電体非能動部340となっている。

【0216】また、この圧電体非能動部340側の圧力

発生室12の周壁上には、上述の実施形態8等と同様に、配線用下電極膜62が設けられており、圧電体非能動部340上に延設されたリード電極100を介して圧電体能動部320の上電極膜80と接続されている。

【0217】なお、この配線用下電極膜62と下電極膜60との間の下電極膜60が除去された下電極膜除去部330には、本実施形態では、圧電体膜70が除去されずに残留されており下電極膜60とリード電極100とが絶縁されている。

【0218】このように本実施形態では、圧電体能動部320のリード電極100の引き出し側の端部外側に、例えば、上電極膜80を除去することにより、連続的に圧電体非能動部340を設けるようにした。これにより、圧電体能動部320の端部である上電極膜80の端部と下電極膜60の端部との距離を大きくすることができる。このため、圧電体能動部320への電圧印加によっても、圧電体能動部320の端部での電界強度が大きくなることがなく、圧電体膜70の絶縁破壊等を防止することができる。また、圧電体能動部320の圧電体膜70の厚さが均一となるため圧電特性が向上する。なお、このような構成によっても、上述の実施形態と同様の効果が得られる。

【0219】(他の実施形態) 以上、本発明の各実施形態を説明したが、インクジェット式記録ヘッドの基本的構成は上述したものに限定されるものではない。

【0220】例えば、上述した各実施形態では、下電極膜60の端部を圧電体能動部320の一端部とし、その上の圧電体膜70及び上電極膜80は、それより外側まで延設するようにして、圧電体能動部320の端部の破壊を防止しているが、この圧電体能動部320の一端部とは反対側の他端部は、下電極膜60が周壁上まで引き出され、圧力発生室12内で圧電体膜70及び上電極膜80をパターンニングすることにより圧電体能動部320の端部としている。このような端部は圧電体膜70及び上電極膜80の剥がれ等が生じる可能性があるが、例えば、接着剤等により固定したり、あるいは圧電素子300の圧電体膜70とは不連続の不連続圧電体膜等で覆うことにより圧電体能動部320の端部を保護して、耐久性を向上するようにしてもよい。

【0221】また、例えば、上述の実施形態では、圧電体能動部320の一端部側の構造について説明しているが、これに限定されず、勿論、圧電体能動部320の他端部を同様な構造としてもよい。

【0222】また、例えば、上述した封止板20の他、共通インク室形成基板30をガラスセラミックス製としてもよく、さらには、薄肉膜41を別部材としてガラスセラミックス製としてもよく、材料、構造等の変更は自由である。

【0223】さらに、上述した実施形態では、ノズル開口11を流路形成基板10の端面に形成しているが、面



に垂直な方向に突出するノズル開口を形成してもよい。

【0224】このように構成した実施形態の分解斜視図を図24、その流路の断面を図25にそれぞれ示す。この実施形態では、ノズル開口11が圧電素子とは反対のノズル基板120に穿設され、これらノズル開口11と圧力発生室12とを連通するノズル連通口22が、封止板20、共通インク室形成基板30及び薄肉板41A及びインク室側板40Aを貫通するように配されている。

【0225】なお、本実施形態は、その他、薄肉板41Aとインク室側板40Aとを別部材とし、インク室側板40Aに開口40bを形成した以外は、基本的に上述した実施形態と同様であり、同一部材には同一符号を付して重複する説明は省略する。

【0226】また、勿論、共通インク室を流路形成基板内に形成したタイプのインクジェット式記録ヘッドにも同様に応用できる。

【0227】このように、本発明は、その趣旨に反しない限り、種々の構造のインクジェット式記録ヘッドに応用することができる。

【0228】また、これら各実施形態のインクジェット式記録ヘッドは、インクカートリッジ等と連通するインク流路を具備する記録ヘッドユニットの一部を構成して、インクジェット式記録装置に搭載される。図26は、そのインクジェット式記録装置の一例を示す概略図である。

【0229】図26に示すように、インクジェット式記録ヘッドを有する記録ヘッドユニット1A及び1Bは、インク供給手段を構成するカートリッジ2A及び2Bが着脱可能に設けられ、この記録ヘッドユニット1A及び1Bを搭載したキャリッジ3は、装置本体4に取り付けられたキャリッジ軸5に軸方向移動自在に設けられている。この記録ヘッドユニット1A及び1Bは、例えば、それぞれブラックインク組成物及びカラーインク組成物を吐出するものとしている。

【0230】そして、駆動モータ6の駆動力が図示しない複数の歯車およびタイミングベルト7を介してキャリッジ3に伝達されることで、記録ヘッドユニット1A及び1Bを搭載したキャリッジ3はキャリッジ軸5に沿って移動される。一方、装置本体4にはキャリッジ軸5に沿ってプラテン8が設けられており、図示しない給紙ローラなどにより給紙された紙等の記録媒体である記録シートSがプラテン8に巻き掛けられて搬送されるようになっている。

【0231】

【発明の効果】このように、本実施形態では、圧力発生室に対向する領域に下電極がパターンニングされ、その幅方向両端部が圧電体層で覆われているので、沿面での絶縁耐圧が向上し、絶縁破壊を防止することができる。特に、薄膜工程で製造された圧電体層は膜厚が薄いので絶縁耐圧が低く絶縁破壊が起こり易いが、このような構成

とすることにより、圧電体層の絶縁破壊を確実に防止することができる。

【0232】また、この圧電体層と絶縁層とが密着されているため、圧力発生室形成の際の振動板の初期摺り量を低減することができる。さらに、上電極の幅を所定範囲内で形成しているため、圧電体層の電圧印加による変位効率の低下を防止することができる。したがって、振動板の圧電体層を有効に駆動することができる。

【0233】さらに、圧力発生室の幅方向両側の隔壁上に下電極と同一の層で構成される残留部を設け、下電極膜除去部の面積が狭くなるようにすれば、圧電体層を略均一な膜厚で形成することができ、圧電体層の部分的な圧電特性の低下を抑えることができる。さらに、圧電体層の膜厚が略均一であるため、圧力発生室の下電極を引き出す側の端部で圧電体層をパターンニングする際に、下電極の膜厚が薄くなることなく、下電極等の破壊を防止でき耐久性が向上する。

【0234】また、圧電体層の端部となる下電極の端部外側に、第2の絶縁層又は厚膜部等を設け、その上に圧電体層及び上電極を成膜してパターンニングすれば、下電極の端部近傍の圧電体層の膜厚が他の部分よりも薄くなることなく、電界集中等による圧電体層の絶縁破壊を防止することができる。

【0235】さらには、層間絶縁膜及びコンタクトホールを用いることなく、配線を引き出すことができ、変位効率及び耐久性を向上することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係るインクジェット式記録ヘッドの分解斜視図である。

【図2】本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドを示す図であり、図1の平面図及び断面図である。

【図3】図1の封止板の変形例を示す図である。

【図4】本発明の実施形態1の薄膜製造工程を示す図である。

【図5】本発明の実施形態1の薄膜製造工程を示す図である。

【図6】本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドの要部平面図及び断面図である。

【図7】本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドの変形例を示す平面図である。

【図8】本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドの変形例を示す平面図である。

【図9】本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドの変形例を示す平面図及び断面図である。

【図10】本発明の実施形態2に係るインクジェット式記録ヘッドの要部断面図である。

【図11】本発明の実施形態2の薄膜製造工程を示す図

である。

【図12】本発明の実施形態3に係るインクジェット式記録ヘッドの要部断面図である。

【図13】本発明の実施形態4に係るインクジェット式記録ヘッドの要部平面図及び断面図である。

【図14】本発明の実施形態4の薄膜製造工程を示す図である。

【図15】本発明の実施形態5に係るインクジェット式記録ヘッドの要部平面図及び断面図である。

【図16】本発明の実施形態5に係るインクジェット式記録ヘッドの変形例を示す要部平面図である。

【図17】本発明の実施形態6に係るインクジェット式記録ヘッドの要部平面図及び断面図である。

【図18】本発明の実施形態7に係るインクジェット式記録ヘッドの要部平面図である。

【図19】本発明の実施形態8に係るインクジェット式記録ヘッドの要部平面図及び断面図である。

【図20】本発明の実施形態8に係るインクジェット式記録ヘッドの変形例を示す要部断面図である。

【図21】本発明の実施形態9に係るインクジェット式記録ヘッドの要部平面図及び断面図である。

【図22】本発明の実施形態10に係るインクジェット

式記録ヘッドの要部平面図及び断面図である。

【図23】本発明の実施形態11に係るインクジェット式記録ヘッドの要部平面図及び断面図である。

【図24】本発明の他の実施形態に係るインクジェット式記録ヘッドの分解斜視図である。

【図25】本発明の他の実施形態に係るインクジェット式記録ヘッドを示す断面図である。

【図26】本発明の一実施形態に係るインクジェット式記録装置の概略図である。

#### 【符号の説明】

- 10 流路形成基板
- 12 圧力発生室
- 50 弾性膜
- 55 絶縁膜
- 60 下電極膜
- 70 圧電体膜
- 80 上電極膜
- 300 圧電素子
- 320 圧電体能動部
- 330 下電極膜除去部
- 340 圧電体非能動部

#### フロントページの続き

- (31)優先権主張番号 特願平10-239237
- (32)優先日 平成10年8月25日(1998. 8. 25)
- (33)優先権主張国 日本(JP)
- (31)優先権主張番号 特願平10-313659
- (32)優先日 平成10年11月4日(1998. 11. 4)
- (33)優先権主張国 日本(JP)
- (31)優先権主張番号 特願平11-73025
- (32)優先日 平成11年3月18日(1999. 3. 18)
- (33)優先権主張国 日本(JP)

- (72)発明者 酒井 真理  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
- (72)発明者 宮田 佳直  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
- (72)発明者 守谷 壮一  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

Fターム(参考) 2C057 AF65 AF66 AF93 AG09 AG12  
AG60 AG90 AG92 AG93 AP02  
AP34 AQ02 BA03 BA14